

53577

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

1-6

ACTA BIOLOGICA

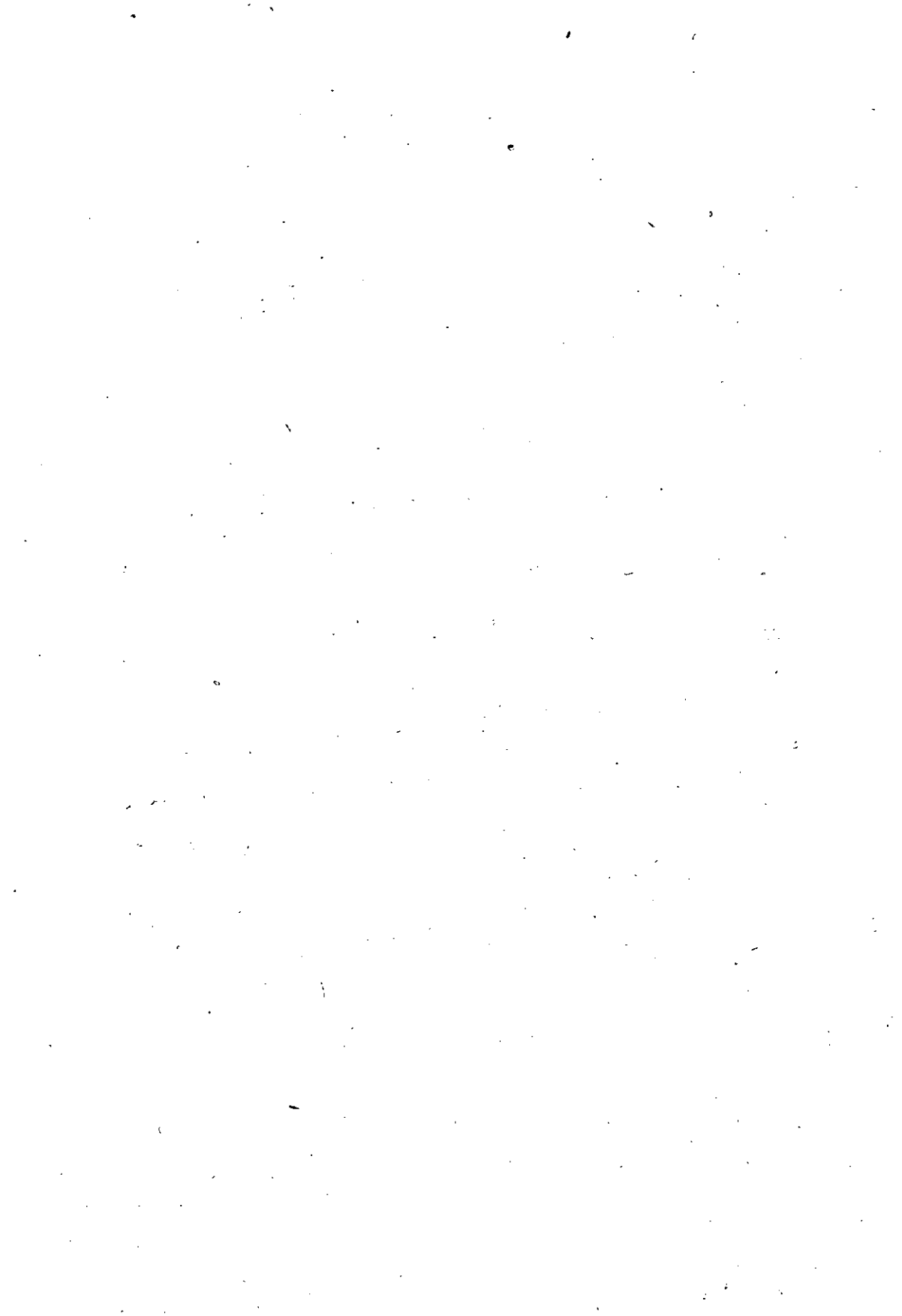
NOVA SERIES

TOMUS III

FASCICULI 1-2

SZEGED (HUNGARIA)

1957



ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

ACTA BIOLOGICA

NOVA SERIES

TOMUS. III

SZEGED (HUNGARIA)

1957

Adiuvantibus
LAJOS BARTUCZ, PÁL GREGUSS, GÁBOR KOLOSVÁRY

Redigit
AMBRUS ÁBRAHÁM

Editionem curat
ISTVÁN SZALAI

Edidit
Facultas Scientiarum Naturalium Universitatis Szegediensis

Nota
Acta Biol. Szeged

A szerkesztőbizottság tagjai:
BARTUCZ LAJOS, GREGUSS PÁL, KOLOSVÁRY GÁBOR

Szerkeszti
ÁBRAHÁM AMBRUS

Technikai szerkesztő
SZALAI ISTVÁN

Kiadja
a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Kara
(Szeged, Aradi Vértanúk tere 1)

Kiadványunk rövidítése:
Acta Biol. Szeged

INDEX

Abrahám, A., Biczók, F., Megyeri, J.: Hydrobiologische Untersuchungen am östlichen Teile des Bükk-Gebirges	55
Abrahám, A., Stammer, A.: Die mikroskopische Innervation des Vogelherzens	247
Abrahám, A., Erdélyi, L.: Über die Struktur und die Innervation des Reizleitungssystems im Herzen der Säugetiere	275
Beretzky, P., Csongor, Gy., Horváth, A., Kárpáti, A., Kolosváry, G., Szabados, M., Székely, M.: Das Leben der Tisza — I. Über die Tierwelt der Tisza und ihrer Inundationsgebiete	81
Biczók, F.: Physiology of the cystment xamined on the <i>Colpoda fastigata</i>	109
Bartucz, L., Farkas, Gy.: Zwei Adorjánér Gräberfelder der Awarzeit aus anthropologischem Gesichtspunkte Betrachtet	315
Bodrogközy, Gy.: Die Vegetation der Weisspappel-Haine in dem Reservat »Emlékerdő« bei Szeged-Ásotthalom	127
Ferenczy, L.: Gracza, L., Szalai, I.: Studies on the selective germination inhibiting effect of 2-methy 1-1, 4-naphtochinon	3
Ferenczy, L.: Examinations on germination- and growthinhibiting effect of some seed-extracts	7
Ferenczy, L.: Further investigations on antibiotics of seeds. I. Antibacterial agents in <i>Umbelliferae</i> seeds	141
Gracza, L.: On the auxin-sensitivity of the coleoptiles of different <i>Avena</i> varieties	11
Gracza, L.: Vergleichende Untersuchungen über die Auxin-Empfindlichkeit der Koleoptyle verschiedener Getreide-Sorten	145
Greguss, P.: Marginal ray parenchyma in <i>Araucariaceae</i> and in <i>Podocarpaceae</i>	15
Greguss, P.: The leaf-epidermis of the <i>Cycadales</i>	151
Greguss, P., Matuszka, J.: Die Untersuchung der Anlässlich der Bohrungen bei Tiszalök zutagegeforderten Holzreste	165
Kolosváry, G.: Über die Fossilen <i>Madreporarien</i> in dem System der Lebenserscheinungen	123
Kolosváry, G.: Mitteilung über die Aufarbeitung eines neueren Anteiles des ungarischen <i>Madreporarien</i> -Materials der geologischen Anstalt ...	309
Köves, E.: Papierchromatographische Untersuchungen der Ather-Löslichen Keimungs- und Wachstumshemmenden Stoffe der Haferspelze	179
Simonsics, P., Kedves, M.: Eine neue <i>Sequoia</i> -Reste aus dem Pannon der Balaton-See-Gegend	19
Szabados, M.: Das Leben der Tisza. II. Beiträge zur Kenntnis der Algen der oberen Tisza	189
Szalai, I., Dévay, M.: Die Wirkung der »Rindite-Dämpfe« auf den N-Stoffwechsel der Kartoffelknollen in den eizelnem Keimungsphasen	25

Szalai, I.: Die Verteilung der freien Aminosäuren in Kartoffelknollen und ihre Beeinflussung durch »Jarowisation«. I. Photometrische Bestimmung des Gesamtaminosäurenspiegels im Kartoffelsaft mittels der Ninhydrinreaktion	33
Szalai, I.: Die Verteilung der freien Aminosäuren in Kartoffelknollen und ihre Beeinflussung durch »Jarowisation«. II. Papierchromatographische Untersuchungen der freien Aminosäuren des Kartoffelsaftes	41
Szalai, I.: Change of bonded and free tryptophan content in tubers of germinating potatoes	51
Uherkovich, G.: Das Leben der <i>Tisza</i> . III. <i>Thorea ramosissima</i> Bory (<i>Rhodophyta</i>) aus der <i>Tisza</i> (Vorläufige Mitteilung)	207
Varga, M.: Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. III. Change in concentration of growth-inhibiting zones on the chromatograms	213
Varga, M.: Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruit. III. Change in concentration of growth-inhibiting substances as a function of the ripening	225
Varga, M.: Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. IV. Paper chromatographic analysis of lemon juice containing germinated seeds	233
Vámos, R.: Nutrition conditions of rice at the time of the appearance of the blast (»bruzone«)	239

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

ACTA BIOLOGICA

NOVA SERIES

TOMUS III.

FASCICULI 1-2.

SZEGED (HUNGARIA)

1957

Adiuvantibus
LAJOS BARTUCZ, PÁL GREGUSS, GÁBOR KOLOSVÁRY

Redigit
AMBRUS ÁBRAHÁM

Editionem curat
ISTVÁN SZALAI

Edidit
Facultas Scientiarum Naturalium Universitatis Szegediensis

Nota
Acta Biol. Szeged

A szerkesztőbizottság tagjai:
BARTUCZ LAJOS, GREGUSS PÁL, KOLOSVÁRY GÁBOR

Szerkeszti
ÁBRAHÁM AMBRUS

Technikai szerkesztő
SZALAI ISTVÁN

Kiadja
a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Kara
(Szeged, Aradi Vértanúk tere 1).

Kiadványunk rövidítése:
Acta Biol. Szeged

PARS BOTANICA

STUDIES ON THE SELECTIVE GERMINATION INHIBITING EFFECT OF 2-METHYL-1,4-NAPHTOCHINON

By

L. FERENCZY, L. GRACZA and I. SZALAI

Institute for Plant Physiology of the University of Szeged
(Received 12, March, 1957)

Introduction

It is known that a vitamin K preparate (2-methyl-1,4-naphtochinon sodium bisulphite) in low concentration, alone or together with auxins, stimulates the growth of the plants (1, 2). As the compound is of naphtochinon structure we assumed that in contrast to the stimulation a vigorous inhibition may also be produced with some other concentration. During examinations with aim other than the present one — where the intensive but extremely selective bactericidal effect of the vitamin K has been experienced — the question arose, whether any of the plants of the higher species, like some bacterial species, posses a strong resistance to these compounds. To approach the problem the effect of the vitamin K preparate has been studied on the germination of the seeds of 37 species of 16 families.

Material and method

In order to have uniform germination and to remove the inhibitory substances of the seed-coat the experimental seeds have been steeped in 100 ppm. solution, for 3 hours before incubation, in dark at room temperature. The control seeds have been treated in the same way in bidistilled water. Subsequently the seeds were germinated in Petri-dish in 100 ppm. vitamin K solution on filter paper soaked with bidistilled water respectively at 26 C° in dark. The incubation varied with the species and lasted as long as the control seeds reached the 100% germination. The seeds whose radicle just leaving the seed-coat were considered germinated. The standard error — according to species — ranged from ± 4 to $\pm 12\%$. The values on the Fig. are mean values.

Results and discussion

The vitamin K affects the germination of the seeds of the different species to a very variable extent. With the dicotyledons such as e. g. *Amaranthus*,

Dianthus, *Capsella*, *Lepidium*, *Sinapis*, *Plantago*, *Antirrhinum*, *Datura* and *Petunia* a 100% inhibition can be observed. Whereas no inhibition can be noted with the monocotyledons (*Gramineae*), as well as the *Cucumis* and *Pisum* of the dicotyledons. The seeds of the other species examined are within the limit

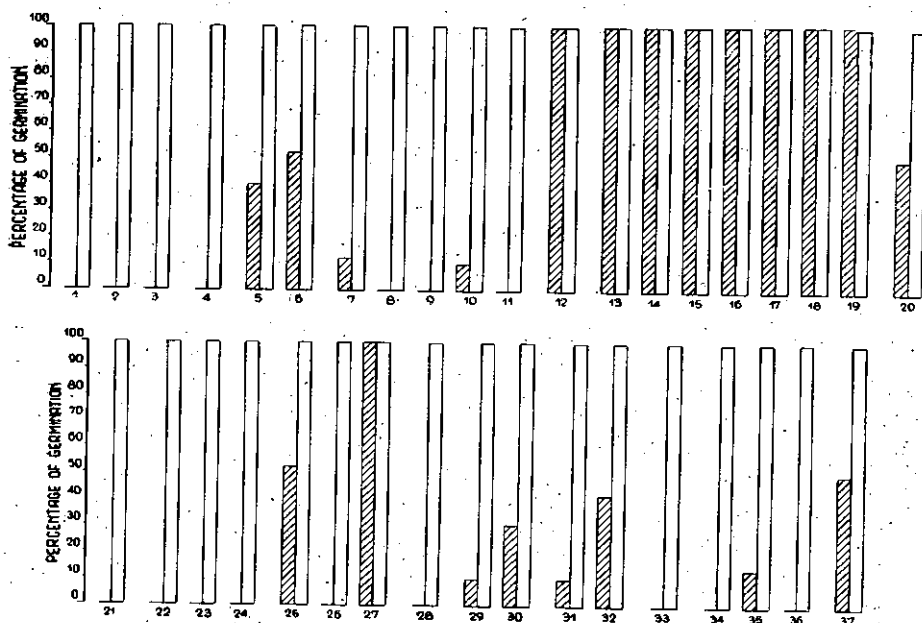


Fig. 1: The effect of vitamin K on the germination of the seeds of various plant species. Lined columns: germination percentage of treated seeds. Blank columns: control. Species examined¹:

Amaranthaceae:

1. *Amaranthus albus* L.
2. *A. paniculatus* L. var. *cruneatus* »Pigmy«
3. *A. retroflexus* L.

Caryophyllaceae:

4. *Dianthus barbatus* L.

Compositae:

5. *Helianthus annuus* L. »Iregi«
6. *Lactuca sativa* L. »Nansen«

Cruciferae:

7. *Brassica oleracea* L. var. *sabauda* L.
8. *Capsella bursa-pastoris* L.
9. *Lepidium draba* L.
10. *Raphanus sativus* L.
11. *Sinapis alba* L.

Cucurbitaceae:

12. *Cucumis sativus* L.

Gramineae:

13. *Hordeum vulgare* L. »Hatvani 308«
14. *Avena sativa* L. »F«
15. *Oryza sativa* L. »Agostano«
16. *Panicum miliaceum* L.
17. *Secale cereale* L. »Kisvárdai P«
18. *Triticum aestivum* L. »Bánkúti 1201«
19. *Zea mays* L. »Szegedi lófógu«

Linaceae:

20. *Linum usitatissimum* L. »Szegedi olajfen«

Nyctaginaceae:

21. *Mirabilis jalapa* L.

Papaveraceae:

22. *Eschscholtzia californica* Cham.
23. *Papaver orientale* L.
24. *P. somniferum* L. »Fertődi kék«

¹ Columns of the Fig. 1 correspond to the number of the species.

Leguminosae:

25. *Lens culinaris* Medik.
 26. *Medicago sativa* L. »Kék lucerna«
 27. *Pisum sativum* L. »Caractacus«

Plantaginaceae:

28. *Plantago lanceolata* L.

Portulacaceae:

29. *Portulaca grandiflora* Hook.
 30. *P. oleracea* L.

Rubiaceae:

31. *Galium mollugo* L.
 32. *G. verum* L.

Scrophulariaceae:

33. *Antirrhinum majus* L. var. maximum »Alaska«

Solanaceae:

34. *Datura stramonium* L.
 35. *Solanum lycopersicum* L. »Lucullus«
 36. *Petunia hybrida* hort. nana compacta multiflora »Himmelsröschen«

Violaceae:

37. *Viola cornuta* L. »Firnenschnee«

values mentioned above, the inhibition, however, reaches or may surpass the 50%. Similar differences, if not so much pronounced, can be observed when comparing the behaviour of the families. Extremely marked is the full inhibition of the seeds of the *Amaranthaceae* and *Papaveraceae* families in contrast to the behaviour — fully corresponding with the control — of the seeds of the *Gramineae*. On the other hand the seeds of the species of the *Leguminosae* family behave diversely toward the vitamin K effect. E. g. the seeds of lucerne is inhibited 100%, at the same time the seeds of the peas germinated without any difficulty.

On the whole may be stated that the 2-methyl-1,4-naphtochinon affects selectively the germination of the seeds of the various species. This selectivity — apart from two exceptions — is especially remarkable when comparing the effect on the dicotyledons and monocotyledons (*Gramineae*). The cause of the selectivity is for the time being unknown. Anyhow, on the basis of the results obtained may be assumed that under proper circumstances the compound or its derivatives in adequate concentration may be used as a selective herbicide or elsewhere as a regulator. Moreover, as the compound possesses bactericidal and fungicidal property, it may be employed as a chemotherapeutic agent for grain crops.

Summary

The effect of 100 ppm. solution of the 2-methyl-1,4-naphtochinon (vitamin K preparate) has been examined with reference to the germination of the seeds of different plant species. The compound shows a considerable selectivity. 100% inhibition has been noted with the species of *Amaranthus*, *Dianthus*, *Capsella*, *Lepidium*, *Sinapis*, *Mirabilis*, *Eschscholtzia*, *Papaver*, *Medicago*, *Plantago*, *Antirrhinum*, *Datura* and *Petunia* — some of which are common weeds — at the same time, the germination of the *Gramineae* as well as those of *Cucumis* and *Pisum* of the dicotyledons was in no way affected by the compound.

References

- (1) Hemberg, T.: The effect of vitamin K and vitamin H on the root formation in cutting of *Phaseolus vulgaris* L. *Physiol. Plant.*, **6**, 17—20 (1953).
 (2) Hemberg, T. and Lowen, B.: The effect of vitamin K and naphtalene acetic acid on *Datura*. *Svensk Farm. Tidskr.*, **58**, 938—946 (1954).

EXAMINATIONS ON GERMINATION- AND GROWTH-INHIBITING EFFECT OF SOME SEED-EXTRACTS

By

L. FERENCZY

Institute for Plant Physiology of the University of Szeged
(Received 14, April, 1957)

Introduction

It is well-known that the seeds of some plant species may excrete inhibitors of different nature and effect into their environment (2, 4—11, 13, 15, 17). The data appear to be interesting among others from plant coenological point of view. In the present study the effect of seed-extracts of twenty cultivated plant species has been observed regarding germination of the seeds of a commonly known weed as well as the root-growth of their seedlings.

Materials and methods

The seed-extracts of the following species have been investigated:

Allium cepa L. »Makói«, *Avena sativa* L. »F«, *Beta vulgaris* L. »Beta Y 19«, *Cannabis sativa* L. »Bolognai«, *Datura stramonium* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Helianthus annuus* L. »Lovászpatonai«, *Hordeum distichon* L. »Hatvani 308«, *Kniphofia uvaria* (L.) Hook., *Papaver somniferum* L. »Fertődi kék«, *Petroselinum hortense* Hoffm., *Phaseolus vulgaris* L. »Bábolnai fehér«, *Pisum sativum* L. »Saxá«, *Raphanus sativus* L., *Spinacia oleracea* L. »Viktoria«, *Secale cereale* L. »Nyíri«, *Trifolium pratense* L., *Triticum aestivum* L. »Bánkúti 1201«, *Vicia villosa* Roth., *Zea mays* L. »Red King«.

As test the seeds of *Amaranthus albus* L. were used. The extraction with distilled water tested for 12 hours. The seeds were kept for the first 5 minutes of the 12 hours in 50 °C° water while for the rest of the time in 5 °C°. In the work is reported the effect of the extracts of 20 g. seeds/100 ml. water as the most marked. The water extracts were centrifugated, 10 ml. of the purified liquid were taken and pasteurized for 15 minutes at 60 °C°, then mixed with 10 ml. 3⁰/₀ agar and at last put in Petri dishes.¹ Under steril conditions the

¹ I am aware that the heat-sterilisation of the extracts destroyed not all the microorganism. On the other hand higher heat or repeated partial disinfection affect injuriously on the thermolabile or volatile compounds, consequently, could not be applied. Anyhow partial disinfection proved indispensable as the microorganisms washed off from the seeds during extraction could influence the reliability of the results without it.

disinfected seeds of *Amaranthus* for germination had been placed on hardened agar surface employing MOEWUS (14) modified method suggested by BENTLEY and BICKLE (1). The dishes were placed in dark thermostat at 25 °C. The rate of germination has been hourly checked, the size of the roots — where for the sake of the uniformity the growth of the roots only the seeds germinated between 11—12 hours were taken into consideration — was measured 10 hours following the beginning of the germination. The standard error of the germination was $\pm 4\%$, and that of the root-growth maximally $\pm 6\%$.

Results and discussion

The figure shows that apart from exceptions smaller or larger germination inhibition appears in the case of most of the seed-extracts. The same holds good for the roots with difference that they more readily respond to the inhibitors than the seeds.

The strongest inhibitory effect could be noted in the extract of the species *Beta*, *Foeniculum* and *Petroselinum*. Effect of the *Beta*-extract has been studied by several investigators (4, 10, 11, 13, 16, 17). In the present examination 77% germination inhibition and 85% root growth inhibition could be observed with the concentration mentioned above. The specific character of the extract of the *Foeniculum* seeds is also known (15). It may be assumed that the considerable inhibition is produced by the volatile compounds of the seeds of the

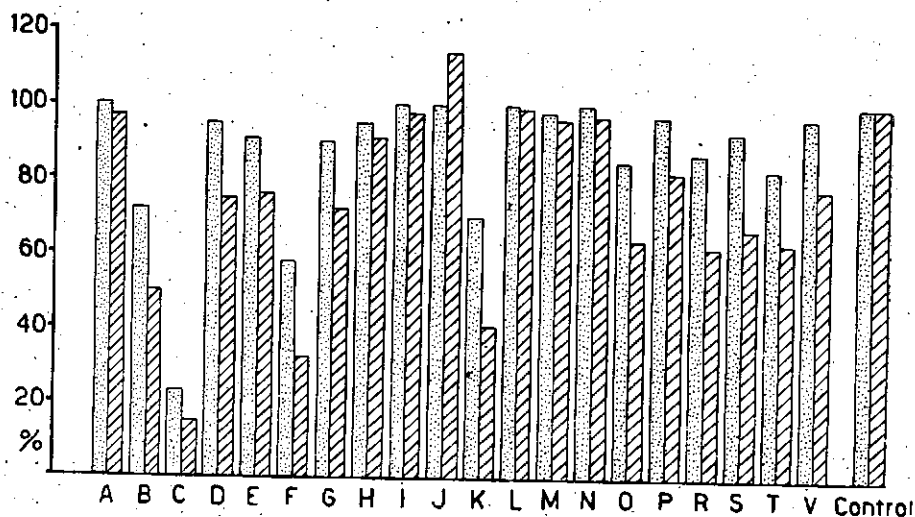


Fig. 1: Germination and root elongation of *Amaranthus albus* on water extracts of the seeds of different crops. Dotted columns: Germination of *Amaranthus* seeds as % of control. Lined columns: Size of roots of *Amaranthus* seedlings as % of control.

Extracts: A: *Allium cepa*, B: *Avena sativa*, C: *Beta vulgaris*, D: *Cannabis sativa*, E: *Datura stramonium*, F: *Foeniculum vulgare*, G: *Helianthus annuus*, H: *Hordeum distichon*, I: *Kniphofia uvaria*, J: *Papaver somniferum*, K: *Petroselinum hortense*, L: *Phaseolus vulgaris*, M: *Pisum sativum*, N: *Raphanus sativus*, O: *Spinacia oleracea*, P: *Secale cereale*, R: *Trifolium pratense*, S: *Triticum aestivum*, T: *Vicia villosa*, V: *Zea mays*.

three species mentioned above. Each of the three extracts produces a germination inhibition of more than 30% and more than 50% of root growth inhibition. Positive but significantly less germination- and growth inhibition appears in the seed extracts of several other species (*Avena* (5), *Datura*, *Helianthus*, *Spinacia*, *Trifolium*, *Triticum*, *Vicia*- and *Zea*). E. g. in the extract of *Avena* a 28% retention and 50% respectively can be observed. Still less inhibition is the extract of the seeds of a few other species.

The extract of the *Allium*, *Kniphofia*, *Phaseolus*, *Pisum*, *Raphanus* has no inhibition or it lies within the standard error. The extract of the *Papaver* seeds stimulates the root growth.

The seeds of the *Raphanus* contain a more vigorous inhibitor, called raphanin (12). In our investigation the extract of the seeds of the *Raphanus*, however, proved inefficacious. The reason for this is that the raphanin is liberated only by smashing of the seeds, due to a ferment effect; it can not be excreted from seeds germinating under natural circumstances.

An essential datum of the present examinations in one negative result: the extract of the seeds of the *Kniphofia* does not inhibit the sensitive tests employed here. At the same time the seeds of the *Kniphofia* contain an antibiotic of considerable effect (7—9). The extract used here showed also a significant antibacterial activity. Should the crops show such behaviour toward the *Kniphofia* antibiotic as did the weeds examined, so we may hope to produce a new chemotherapeutic agent.

Questionable is, however, how far come into full display the inhibitory effects described above in the soil. A significant part of the inhibitors are very likely absorbed by the soil (3). Nevertheless it may be assumed that their effect next to the seeds may play a role. It is probable that the crop may influence the other plants already at the earliest period of its development.

Summary

Effect of seed-extracts of twenty crops has been observed for germination of seeds as well as for the root-growth of the weed *Amaranthus albus* L. The water extracts of the seed of *Beta*, *Foeniculum* and *Petroselinum* exerted a fairly strong inhibition, while those of eleven other species relatively did less. The root-growth test proved to be more sensitive than that of the germination. No effect had the extract of *Allium*, *Kniphofia*, *Phaseolus*, *Pisum* and *Raphanus*. On the other hand, the extract of *Papaver* seed stimulated the growth of the roots. The antibiotic of *Kniphofia* seeds, not having inhibited the sensitive tests with *Amaranthus* seems to be chemotherapeutic agent.

References

- (1) Bentley, J. A., Bickle, A. S.: Studies on plant growth hormones. II. Further biological properties of 3-indolylacetonitrile. J. Exptl. Bot., 3, 406—423 (1952).
- (2) Влаговецкий, А. Б.: О веществах, задерживающих прорастание семян. Вюлл. Главн. Вост. Сада, 9, 54—58. (1951).
- (3) Borris, H.: Über das Wesen der keimungsfördernden Wirkung der Erde. Ber. deutsch. bot. Ges., 54, 472—486 (1936).

- (4) *Duym, C. P. A., Komen, J. G., Ultée, A. H., Von der Weide, B. M.*: The inhibition of germination caused by extracts of seed balls of the sugar beet (*Beta vulgaris*). *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet.*, **50**, 527—535 (1947).
- (5) *Elliot, B. B., Leopold, A. C.*: An inhibitor of germination and of amylase activity in oat seeds. *Physiol. Plant.*, **6**, 65—75 (1953).
- (6) *Evenari, M.*: Germination inhibitors. *Bot. Rev.* **15**, 153—194 (1949).
- (7) *Ferenczy, L.*: Antibacterial substances in seeds. *Nature*, **178**, 659—640 (1956).
- (8) *Ferenczy, L.*: Occurrence of antibacterial compounds in seeds and fruits. *Acta Biol. Hung.*, **6**, 317—323 (1956).
- (9) *Ferenczy, L.*: Növénymagvak bakteriosztázisos hatása patogén baktériumfajokra. (Bakteriostatische Wirkung von Pflanzensamen auf pathogene Bakterien.) *Acta Pharm. Hung.*, **26**, 122—125 (1956).
- (10) *Froeschel, P.*: Onderzoekingen over de physiologie van de Kieming. I. Remstoffen. *Naturwet. Tijdschr.*, **21**, 93—116 (1939).
- (11) *Froeschel, P.*: Remstoffen van zaden en hun invloed op het Kiemingspercentage. *Med. Landbouwh. Gent*, **7**, 73—116 (1940).
- (12) *Ivánovics, Gy., Horváth, I.*: Raphanin, an antibiotoxic principle of the radish (*Raphanus sativus*). *Nature*, **160**, 297 (1947).
- (13) *Kock, P. C. de, Hunter, R. F.*: A germination inhibitor from sugar beet. *Nature*, **166**, 440—441 (1950).
- (14) *Moewus, F.*: Ein neuer quantitativer Test für pflanzliche Wachstumsstoffe. *Naturwiss.*, **35**, 124—125 (1948).
- (15) *Niemann, E.*: Vergleichende Untersuchungen über die Ausscheidung keimungshemmender Stoffe aus Früchten und Samen unter besonderer Berücksichtigung von *Foeniculum vulgare* Miller. *Flora*, **139**, 185—242 (1952).
- (16) *Stout, M., Tolman, B.*: Interference of ammonia released from sugar beet seed balls with laboratory germination tests. *Jour. Am. Soc. Agron.*, **33**, 65—69 (1941).
- (17) *Stout, M., Tolman, B.*: Factors affecting the germination of sugar beet and other seeds with special reference to the toxic effects of ammonia. *Jour. Agr. Res.*, **63**, 687—713 (1941).

ON THE AUXIN-SENSITIVITY OF THE COLEOPTILES OF DIFFERENT AVENA VARIETIES

By

L. GRACZA

Institute for Plant Physiology of the University of Szeged
(Received 28, March, 1957)

Introduction

Since fundamental experiments of FITTING (4), BOYSEN—JENSEN (3), NIELSEN (6, 7) WENT (8) and others the application of the Avena test in investigating the growth substance has widely spread. Prior to the paperchromatographic separation technique the Avena curvature test was used generally. Since LUCKWILL (5), later BENNET—CLARK (1), employed the paperchromatography to separate the growth substances, this method has been almost entirely superseded by the Avena straight growth test. In the examinations of this study also the Avena straight growth test has been used to determine which of the oat varieties grown in our country is the most suitable for biological test. To this end the auxin sensitivity of the coleoptiles of five well and evenly germinating oat varieties was examined.

Material and method

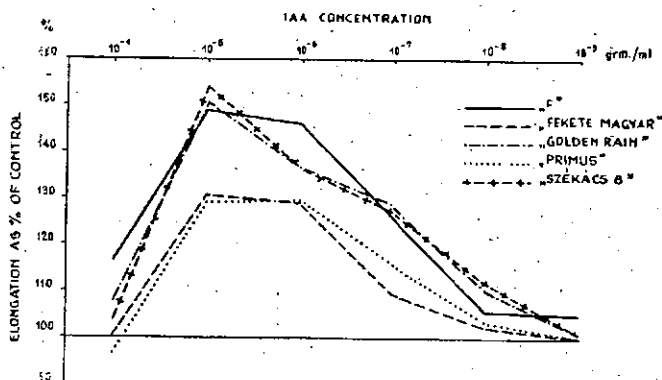
The auxin — indol-3-acetic acid (Merck). — sensitivity of the »F«, »Fekete magyar« (»Hungarian black oat«), »Golden Rain«, »Primus« and »Székács 8« of the varieties of the *Avena sativa* L. has been examined in 10^{-4} — 10^{-9} gm/ml concentrations. 5 ml of the single dilutions has been used. The seeds of the crop were kept soaked for 12 hours before sowing, then they were sown 5 mm deep in heated and washed sand fixed previously to 80% water capacity. The quantity of the water evaporized was supplied in every 24 hours after sowing.

The single varieties did not reach simultaneously the corresponding length 16 to 20 mm. The »Fekete magyar« and »Primus« reached the afore-mentioned length 84 hours while the »F«, »Golden Rain« and »Székács 8« only after 93 hours.

5 mm subapical cylinders were obtained by the method of BENTLEY and HOUSLEY (2) and the rate of elongation was measured after 24 hours. Having measured the 10—10 coleoptile cylinders the average values were calculated, then as control, compared with the mean value of the coleoptile sections incubated in the bidistilled water the elongation was expressed in percentage.

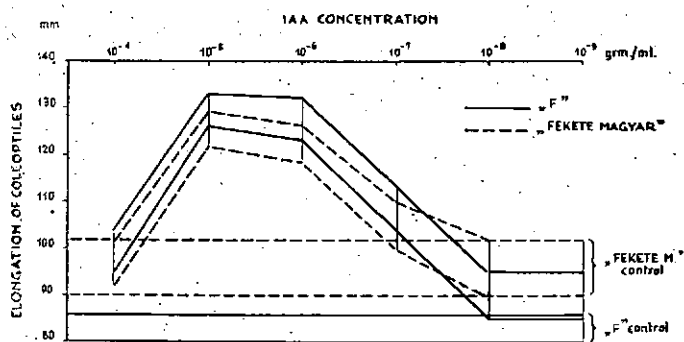
Results and discussion

Results are shown in graph 1. where the indole-3-acetic acid (IAA) concentration ranges on the abscissa and the corresponding elongations on the ordinata — referring to the control — are expressed in per cent.



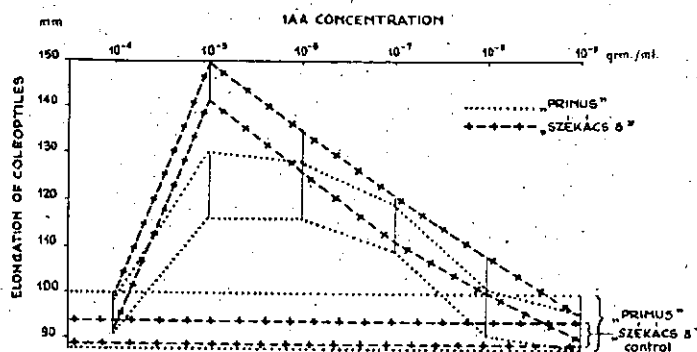
Graph 1.

Graph 2 shows standard deviation of the elongated coleoptiles of the varieties »F« and »Fekete magyar«, on graph 3 are represented the »Székács 8« and »Primus«, while graph 4 illustrates the »Golden Rain«.

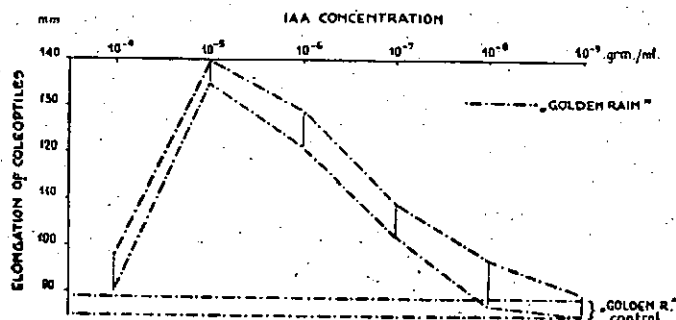


Graph 2.

According to the results obtained »Székács 8« and »Golden Rain« are very responsive to IAA, namely they grew most intensively at 10^{-5} concentration. Next to them is the »F« variety, which is also highly sensitive and beside gave a high growth reaction at a relatively wide range of concentration. The above-mentioned conclusion is supported also by the standard deviations shown in graphs 2, 3, and 4.



Graph 3.



Graph 4.

Summary

On the basis of the results of examinations the »Székács 8«, »Golden Rain« and »F« as enumerated proved to be the most adequate varieties of the oats examined as biological test. Their adequacy is increased by their uniform and rapid germination as well as by their relatively slight deviation.

References

- (1) Bennet-Clark, T. A., Tambiah, M. S. and Kefford, N. P.: Estimation of plant growth substances by partition chromatography. *Nature*, **169**, 452 (1952).
- (2) Bentley, J. A. and Housley, S.: Bio-assay of plant growth hormones. *Physiologia Plantarum*, **7**, 405—419 (1954).
- (3) Boysen-Jensen, P.: Über die Leitung des phototropischen Reizes in *Avena*-Keimpflanzen. *Ber. d. bot. Ges.*, **28**, 118—120 (1910).
- (4) Fitting, H.: Die Leitung tropistischer Reize in parallelotropen Pflanzenteilen. *Jahrb. wiss. Bot.*, **44**, 177—253 (1907).
- (5) Luckwill, L. C.: Application of paper chromatography to the separation and identification of auxins and growth-inhibitors. *Nature*, **169**, 375 (1952).

- (6) *Nielsen, N.*: Studies on the transmission of stimuli in the coleoptile of *Avena*. Dansk. Bot. Arkiv., 4, 8 (1924).
- (7) *Nielsen, N.*: Untersuchungen über Stoffe, die das Wachstum der Avenacoleoptile beschleunigen. Planta, 6, 376—378 (1928).
- (8) *Went, F. W.*: Die Erklärung des phototropischen Krümmungsverlaufs. Res. trav. bot. néerl., 25a, 483—489 (1928a).

MARGINAL RAY PARENCHYMA IN ARAUCARIACEAE AND IN PODOCARPACEAE

By
P. GREGUSS

Botanical Institute, University of Szeged
(Received 25, February 1957.)

In the course of xylotomic examinations it could be observed that in the case of several *Araucariaceae* and *Podocarpaceae* species some of the rays, seen in the radial section, even if they are only one seriate, are bordered by thin-walled marginal cells, the height of which differs essentially from that of the innermost ones. At first sight this phenomenon seems to show as if these marginal cells were originated on both the top and the bottom side of the rays, from the endings of the walls of the tracheids. However, on tracing these undulating margin lines, it can be established that this ray margin exists also independently of the tracheid endings and that occasionally the exterior margin line can be traced well at the width of 10—15 tracheids too. They cannot either be regarded as transverse tracheids as they do not contain bordered pittings, nor even simple pits. On the other hand, the structure of their thin walls corresponds completely with that of the walls of the internal rays. Where is then the origin of this ray cell margin?

If in the radial section there are, on the top as well as on the bottom of the ray cells, such marginal cell parenchymas, then these very low marginal cell parenchymas must be visible in the tangential structure of the rays too. And, indeed, on examining the tangential structure of the rays more thoroughly, it can be seen, that at the upper and lower angle of the rays, quite small, usually triangle parenchyma cells, which can also be seen on the radial section at a height corresponding exactly with that of the margin ($8\ \mu$), can be detected. On this tangential side too, the height of these angular parenchyma cells amounts always to one third and one fourth respectively, of that of the internal rays ($25\ \mu$). On this side their wall is also quite smooth and thin, hence these are primary walls not exhibiting any pitting. On the upper left side of *photo no. 1* the height of the ray is the same as that of the ray on the right side of the photo, of course at identical magnification: on the tangential slide, their height is similarly the same. This part illustrates clearly, that the arrangement and dimension of the marginal parenchyma cells on the radial side corresponds completely to that of the structure of the ray at the end of the dotted line, hence also to that of the marginal parenchyma cells.

On the right side of the photo actually two rays adhere one above the other, the marginal parenchyma cell on the bottom of the one adhering directly to the upper marginal parenchyma cell of the ray beneath it. At the end of the lower one there is a parenchyma cell too, exhibiting clearly that these parenchyma cells differ essentially in shape and in size from the parenchyma cells in the interior of the rays.

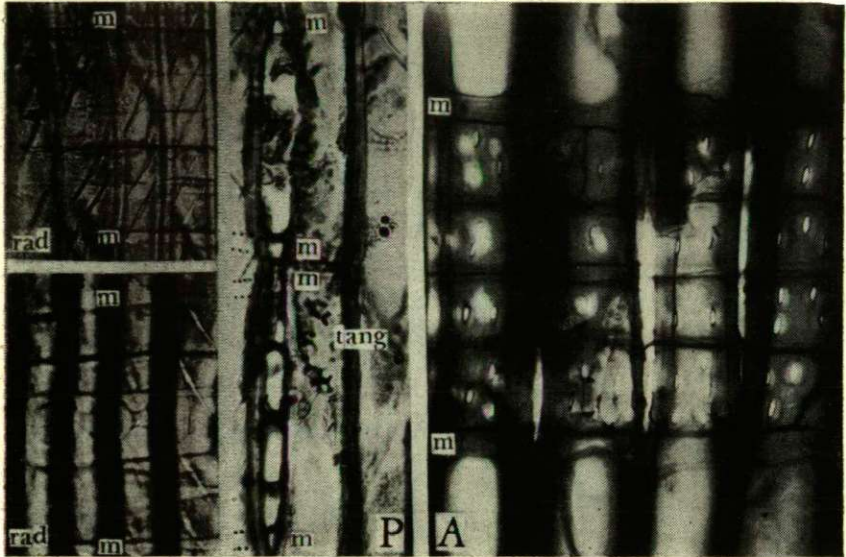


Photo 1. Marginal ray-parenchyma in the *Podocarpus* (P) and in the *Agathis* (A)

Another photo on the lower left side of *photo no. 1.*, made from another place, confirms that when these marginal parenchymas proceed adjacently, they can become connected to one another through vertical laths.

The rays of *gymnospermae* and *angiospermae* may partly be surrounded by transverse tracheids and partly too by parenchyma cells, the pitting of which vary from that of the interior ones. However, the literature up to date does not describe such quite low very thin-walled marginal parenchyma cells occurring within *gymnospermae*.

Such a phenomena can be observed distinctly and always in the case of certain *Podocarpaceae* and *Araucariaceae* species. Once already notified by the author (1).

The right side of *photo no. 2.* shows a radial-section of *Agathis celebica* Warb. x 300. Also this photo clearly illustrates, that the ray is limited like the *Podocarpus vitiensis* Seemann from above as well as from below by a quite thin-walled, low marginal parenchyma cell, without any pitting. The same phenomenon can be detected in the rays of *Agathis beccarii* Warb. and *A. borneensis* Warb. too. All of these point to the fact that the presence of this mar-

ginal ray parenchyma is not an accidental, extraordinary phenomenon, but an interesting feature of certain species, and can be made of good use at the xylotomic determination of different species. However, concerning the more exact task of these marginal ray parenchyma cells, at the present only conjectures can be made.

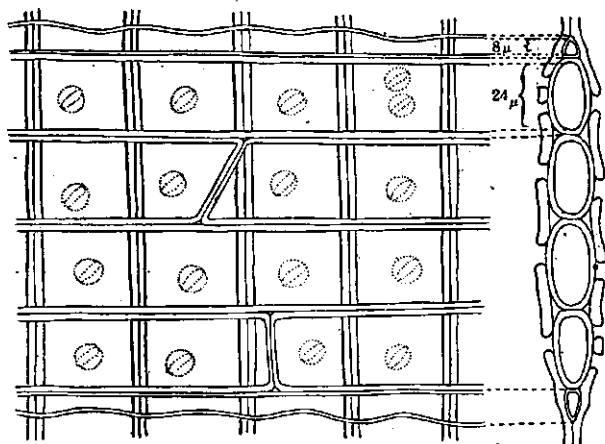


Photo 2.

Content

Sometimes the rays of certain *Araucaria* and *Podocarpus* species have on the top and on the bottom quite low and thin-walled parenchyma cell margins. These are not transverse tracheids, as they do not contain bordered pittings.

Reference

- (1) P. Greguss: Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy. Budapest (1955).



EINE NEUE SEQUOIA-RESTE AUS DEM PANNON DER BALATON-SEE-GENGD

Von

P. SIMONCSICS und M. KEDVES

Botanisches Institut der Universität Szeged

(Eingegangen am 15. Juli, 1957).

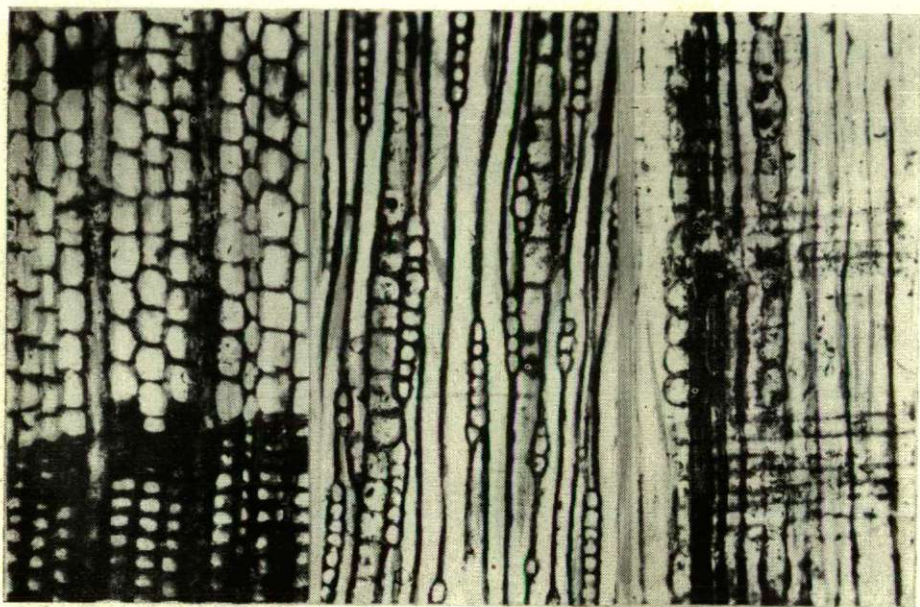
Im Herbst 1956 haben wir an der westlichen Seite des »*Temetődomb*« von *Balaton-Boglár* in etwa 20 m Höhe 18 in gelben Sand eingebettete, verkieselte Stammreste gesammelt. Was die Fundorte anbelangt, so lässt sich in Bezug auf das Alter aus der Arbeit von LÓCZY (5) zweifellos feststellen, dass die einbettenden Gesteine dem Pannon-Pontus angehören; ihre Verkieselung erklärt sich durch die vulkanische Tätigkeit. Über die autochtone Natur der Fossilien liegen jedoch keinerlei Beweise vor.

Die Reste sind im allgemeinen wenig gut erhalten, sie lassen nur ihre Abstammung von den *Gymnospermen* feststellen. Aber auch so wäre ihre genaue Erforschung nicht uninteressant. Von ANDREÁNSZKY (1) wissen wir, dass das ungarische Pliozän — besonders im Verhältnis zum Miozän — arm an aufgearbeiteten pflanzlichen Fossilien ist.

Im folgenden können wir uns auf die Beschreibung eines relativ gut erhaltenen Stück Baumrestes beschränken, aus dem auf die übliche Weise Schiffe hergestellt wurden.

Der Querschliff (*Photo 1*) spricht für eine aus Tracheiden bestehende *Konifere* mit ausgesprochenen Jahrringen, deren Breite bis zu 4 mm erreicht, wobei breite Früh- und verhältnismässig schmale Spätzonen zu unterscheiden sind. Die wohlentwickelten Jahrringe sind an mehreren Stellen durch 2—3 Zellen breite, an Spätzonen erinnernde, Schein-Jahrringe gegliedert. Die Tracheiden — in regelmässige Radialreihen geordnet — haben einen tangentialen Durchmesser von 18—27—34 μ . Die Tracheiden des Frühholzes zeigen im Querschnitt Viereck-, oder eher in radialer Richtung gestreckte Sechseckform mit einem radialen Durchmesser von 35—60 μ , wogegen die des Spätholzes in radialer Richtung zusammengedrückt sind und ihr Lumen eine Ellipse bzw. ein tangential verlängertes Rechteck mit abgerundeten Ecken darstellt; ihr radialer Durchmesser beträgt 10—24 μ . Ein Unterschied besteht auch in der Wanddicke der Tracheiden des Früh- und des Spätholzes. Während diese im

Fälle der Spätholztracheiden 3—5 μ beträgt, erreicht sie im Frühholz nur 1—3 μ . Im Querschliff sind weder Längsharzgänge, noch Harztaschen zu entdecken. Ausnahmeweise kommen in den Frühzonen, nahe an der Jahrringgrenze, auch in radialer Richtung verlängerte Zellen vor, deren Durchmesser



Phot. 1. Querschliff
(Vergr. 100 \times)

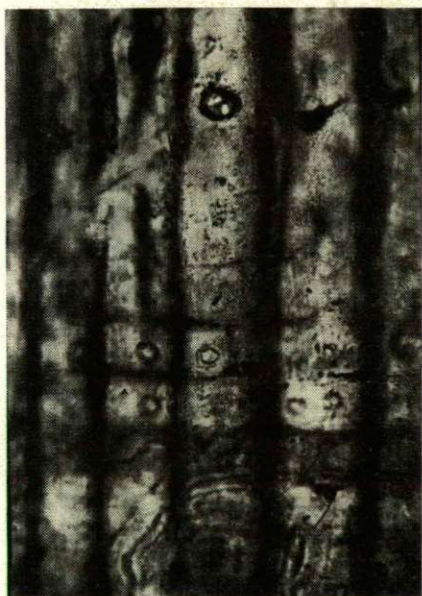
Phot. 2. Tangentialschliff
(Vergr. 100 \times)

Phot. 3. Radialschliff
(Vergr. 100 \times)

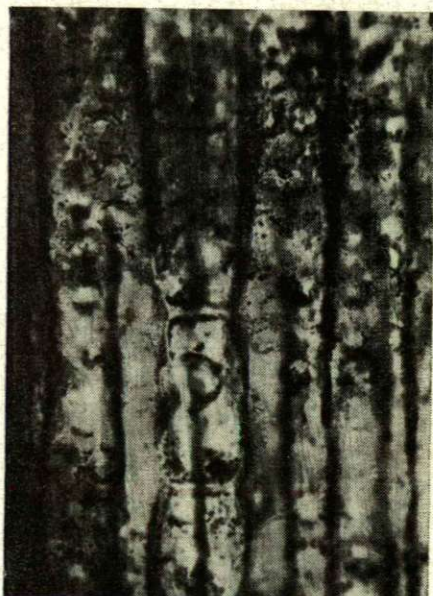
bis zu 96 μ erreichen kann. Höchstwahrscheinlich handelt es sich hierbei um Längsparenchymzellen, in denen im Querschnitt aber nicht einmal Spuren von Harz zu entdecken waren. Unter den englumigen Tracheiden der Spätzone kommen auch mit schwarzem Harz angefüllte Parenchymzellen vor. In Querschnitt nehmen die Markstrahlen geraden Verlauf, die Wände sind glatt, die Länge einer Markstrahlzelle kommt etwa dem Durchmesser von 3—8 Tracheiden gleich.

Im Tangentialschnitt (Photo 2, Abb. 2) sind die Markstrahlen 1—8—24 Zellen hoch und einschichtig. Selten finden sich auch zweischichtige Markstrahlen in 1-, oder gar 4—6 Stock Höhe. Der Markstrahlzellenquerschnitt ist kreisförmig oder erscheint als wagerecht liegende Ellipse (liegendes Viereck) oder selten, im Falle der niedrigen Markstrahlen, als stehende Ellipse. Die Kantenzen der Markstrahlen sind oft höher und breiter als die übrigen Markstrahlzellen. Auffallend ist die Häufigkeit der Längsparenchyme und die geringe Höhe der Längsparenchymzellen. Die Wände dieser kurzen, oft nur 25 μ hohen Längsparenchymzellen haben eine ähnliche Dicke wie die der benachbarten Tracheiden. In ihnen kamen weder in der tangentialen, noch in der radialen

Wand Tüpfel zur Beobachtung und auch ihre horizontalen Wände sind glatt. In tangentialer Richtung liegen sie immer einschichtig. Im Spätholz sind in der Wand der Tracheiden selten $10\ \mu$ weite, verstreut angeordnete, tangentiale Tüpfel mit runden Poren anzutreffen.



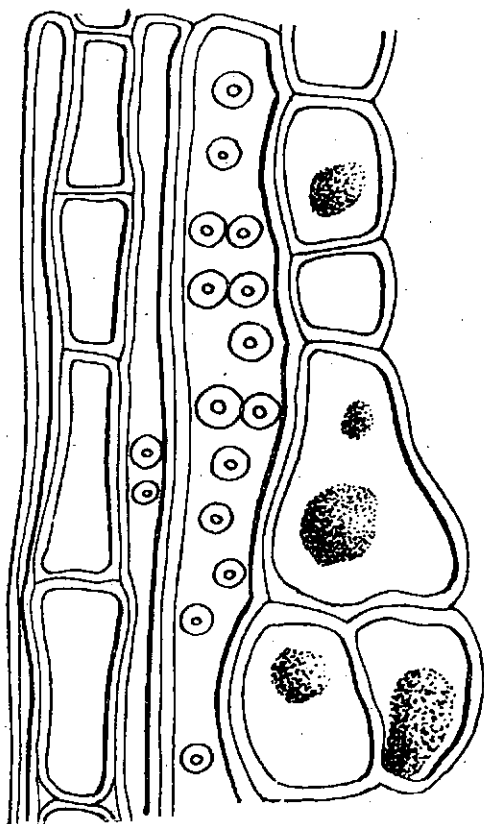
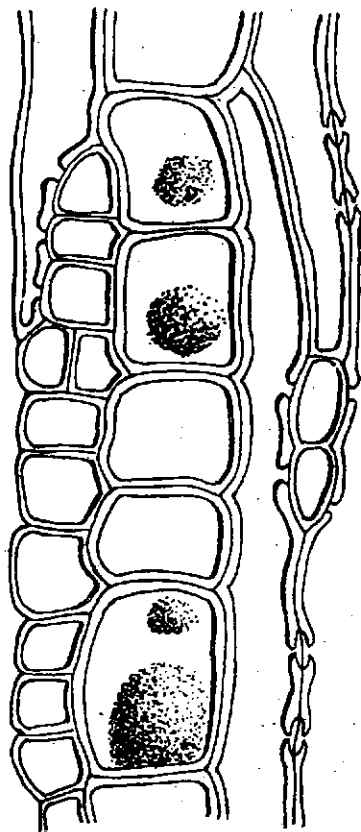
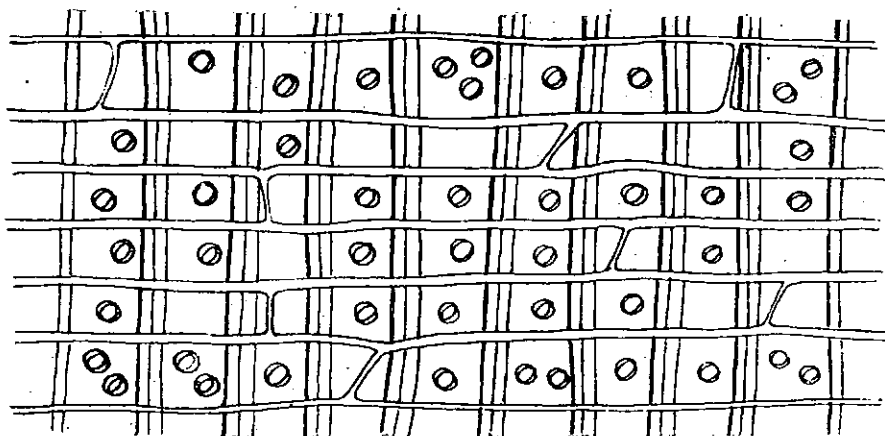
Phot. 4. Radialschliff (Vergr. 300 \times)



Phot. 5. Radialschliff (Vergr. 300 \times)

Im Radialschliff (Photo 3, 4, 5, Abb. 1 und 3) befinden sich in der Wand der Tracheiden Hoftüpfel von $10\text{--}12\text{--}14\ \mu$ Grösse in einer, seltener in zwei Reihen opponiert gelagert. In den Kreuzungsfeldern sind $0\text{--}1\text{--}2$ ($\text{--}3$), nur selten ganz deutlich wahrnehmbare Tüpfel sichtbar, die im Spätholz hauptsächlich cupressoid, und im Frühholz taxodioid anmuten. Auch dem Radialschliff verleihen die Längsparenchyme mit ihrer Häufigkeit und der Kürze ihrer Zellen ein charakteristisches Aussehen. Diese kurzzelligen Holzparenchyme kommen sowohl unmittelbar an der Jahrringgrenze des Früh-, als auch des Spätholzes, aber auch in der Mitte der Jahrringe vor. Das Parenchym erstreckt sich an einigen Stellen auf einen, und an einer einzigen Stelle auf zwei Stock Höhe in zwei Zellen Breite.

Auf Grund der angeführten Merkmale entstammt der Baumstamm der *Taxodiaceae*-Familie. Ein Vergleich mit den rezenten Bäumen lässt nach GREGUSS (2) den *Sequoia*-Genus in Betracht kommen. Verglichen mit den Angaben über fossile Befunde finden sich bei KRÄUSEL (4) auf ähnlich strukturierte, in die Gruppe der *Taxodiaceen* gehörende Arten keine Hinweise. Auch ist unser Befund mit dem *Taxodioxylon metasequoianum* SCHÖNFELDS (6) nicht identisch. Über nahezu ähnlich gebaute, wichtigere *Sequoien* des Tertiär (*Taxodioxylon gypsaceum*) haben wir bereits früher berichtet (7). Die aus-

Abb. 1. Radialschliff (300 \times)Abb. 2. Tangentialschliff (300 \times)Abb. 3. Radialschliff. (300 \times)

gezeichnete vergleichende Arbeit von GREGUSS (3) wiederum erspart uns die Aufzählung der Unterschiede zwischen den zwei rezenten *Sequoien* und der *Metasequoia*, sowie zwischen anderen fossilen *Sequoien* bzw. *Taxodioxylonen*. Es sei jedoch bemerkt, dass die in Rede stehende Fossilie in holzanatomischer Hinsicht der *Sequoia gigantea* am nächsten steht, von dieser aber wesentlich abweicht in Bezug auf die Höhe der Markstrahlzellen und auch darin, dass im Spätholz (aber auch im Frühholz) keine Harztasche enthalten sind, bzw. dass die Zellen der Längsparenchyme kurz, ja im Frühholz beinahe kugelförmig sind und auch im Spätholz kaum etwas verlängerte, stehende Säulenform haben.

Auf Grund dieser wesentlich abweichenden Merkmale möchten wir den Baumstamm mit dem Namen *Taxodioxylon gregussi* n. sp. bezeichnen. Der Gensname ist durch die sequoiaähnliche Struktur angezeigt, während der Spezies-Name unsere Verehrung für den ausgezeichneten ungarischen Xylotomen zum Ausdruck bringen soll.

Schrifttum

- (1) Andreánszky, G.: Ösnövénytan, Akad. Kiadó, Budapest, (1953).
- (2) Greguss, P.: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Akad. Kiadó Budapest (1955).
- (3) Greguss, P.: Ein miozän Lignit aus Rixhöft. Abh. d. Dt. Akad. d. Wiss Berlin, Kl. f. Chem., Geol. u. Biol. Jahrg. 1957.
- (4) Kräusel, R.: Die fossilen Koniferen-Hölzer. Palaeontographica Abt. B 89, 83—203 (1949).
- (5) Lóczy, L.: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepődése. A Bal. tud. tanulm. eredm. I. kt. I. r. I. szak. (1913).
- (6) Schönfeld, E.: *Metasequoia* in der Westdeutschen Braunkohle. Senck. leth. B. 36, 389—399 (1955).
- (7) Simoncsics, P.: Braunkohlenpflanzen aus dem Kohlenrevier von Nógrád I. Über einen Fusit von Kányás. Acta Biol. Szeged 2, 59—62 (1956).

DIE WIRKUNG DER „RINDITE-DÄMPFE“ AUF DEN N-STOFFWECHSEL DER KARTOFFELKNOLLEN IN DEN EINZELNEN KEIMUNGSPHASEN

(Physiologische Studien über die Kartoffelpflanze VII.)

Von

I. SZALAI und M. DÉVAY

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität, Szeged
(Eingegangen am 17. Dezember, 1956)

Der eine gangbare Weg zur Herstellung von Qualitäts Saatknohlen ist die Verwendung von aus der Sommerpflanzung stammenden Knohlen (1, 8). Zur Sommerpflanzung können nicht nur aus dem Ertrag des vorigen Jahres stammende Knohlen, sondern auch unmittelbar mittels künstlicher Austreibung — aus der Frühjahrspflanzung gewonnene neue Knohlen — mit gutem Erfolg verbraucht werden (11). Die »Rindite-Dämpfe«¹ sind ausgezeichnet zur sofortigen Auskeimung (ohne Ruhezustand) der neuen Knohlen geeignet (13). Im Laufe der Untersuchungen des Stoffwechsels haben wir bei mit »Rindite« behandelten verschiedenen Knohlensorten gefunden, dass in den behandelten Knohlen die Natur der Stoffwechselprozesse schon wenige Tage nach der Behandlung verändert ist, und die Synthese von Abbau- und Mobilisationsvorgängen abgelöst wird (5, 6, 14). Von den von uns beobachteten Veränderungen sollen in dieser Mitteilung einige charakteristische Momente des N-Stoffwechsels erörtert werden.

Material und Methodik

Die Untersuchungen haben wir mit 12 Sorten durchgeführt, von denen wir 4 Typen — namentlich die *Frühe-Gelbe*-, *Frühe Rose*-, *Gül-Baba*- und *Ella*-Sorten hervorheben mit der Bemerkung, dass auch in den übrigen untersuchten Sorten ähnliche Stoffwechselforgänge zu beobachten sind. In jedem Fall wurden die Veränderungen des Gesamt-N, Protein-N, Amino-N und die einzelnen Aminosäuren untersucht. Die Knohlen (von jeder Sorte 30 Stck) wurden für 48 Std. der Wirkung von 0,8 mg/kg »Rindite« unterworfen und dann, zusammen mit den Kontrollknohlen, nach eintägiger Lüftung ausgepflanzt. Der N-Stoffwechsel wurde — neben zahlreichen anderen Paralleluntersuchungen — am 1., 10. und 20. Tage nach der Behandlung untersucht.

Den Amino-N Gehalt haben wir aus 96%-igem Aethanolextrakt im VAN-SLYKE-Apparat (5), die übrigen N-Formen nach entsprechender Vorbehandlung

¹ Rindite = Aethylenchlorhydrin, Aethylenchlorid und Tetrachlorkohlenstoff (Verhältnis: 7 : 3 : 1).

durch Salzsäurezersetzung, und das entstandene Ammoniak nach NESSLER photometrisch bestimmt. Schliesslich wurden zur qualitativen Untersuchung der Aminosäuren Rundfilter-Papierchromatogramme mit einem Phenol-Wasser-Eisessig-Butanol-Solvens hergestellt, und die getrockneten Chromatogramme mit 0,2%-iger Aceton-Ninhydrinlösung 20 Min. bei 80° C entwickelt (10).

Ergebnisse

Im Laufe unserer Experimente wurde der N-Stoffwechsel von zwei Gesichtspunkten untersucht, nämlich welche Tendenz die Veränderung der einzelnen N-Fractionen in den gerodeten jungen (noch nicht vollkommen Reifen) Knollen zeigen, andererseits welche Wirkung die »Rindite-Dämpfe« — mit denen die Knollen zum Keimen angeregt wurden — auf die Gestaltung der N-haltigen Substanzen ausübten.

Die auf Frischgewicht bezogene prozentuelle Trockensubstanz und der Aschengehalt der Sorten war folgender:

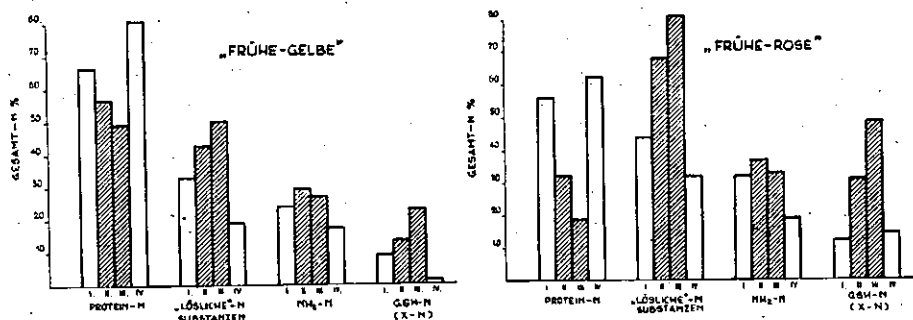
Sorte	Trockengewicht	Asche
	in %	
Frühe Gelbe	22,52	4,49
Frühe Rose	25,42	4,16
Gül-Baba	21,85	3,83
Ella	22,42	5,36

Die Diagramme 1—4. zeigen die quantitative Veränderung der einzelnen Fractionen in den untersuchten Sorten. Im Falle der *Frühen—Gelben* gestalteten die Verhältnisse sich in den behandelten und unbehandelten (Kontroll) Knollen folgendermassen. Die Menge des Protein-N nimmt in behandelten Knollen mit fortschreitender Keimung ab, und in den Kontrollen zu, während es sich bei dem löslichen-N gerade umgekehrt verhält. Der Amino-N-Gehalt wird geringer, während die von uns provisorisch X-N genannte (wahrscheinlich GSH) Fraction steigt (1. Diagramm). Die Differenz zwischen löslichem-N und Amino-N haben wir mit X-N bezeichnet. Die PCG-Untersuchungen haben bewiesen, dass das X-N, wenigstens ein grosser Teil davon, mit dem GSH identisch ist. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung sind notwendig.

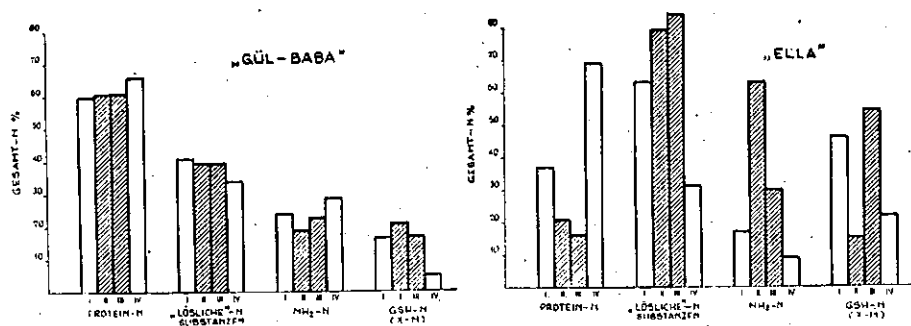
Bei der *Frühen-Rosen*-Sorte sehen wir ganz ähnliche Verhältnisse mit dem Unterschied, dass die lösliche-N-Menge in absolutem Sinne bedeutend mehr ausmacht, und infolgedessen auch der X—N Gehalt viel grösser ist (2. Diagramm).

In den Knollen der *Ella*-Sorte stimmt die Umwandlungsrichtung der N-Fractionen mit den beiden vorherigen Sorten überein. Auffallend ist die sehr kontrastreiche Erscheinung der entgegengesetzten Bewegungsrichtung der Amino-N und X-N-Fractionen (4. Diagramm).

Die *Gül-Baba*-Sorte, welche übrigens in unseren Freilandversuchen mit »Rindite« nicht, oder nur teilweise zum Austreiben angeregt werden konnten, weicht in der Gestaltung ihres N-Stoffwechsels von den vorigen Sorten ab. Die Menge des Protein-N, und des löslichen-N bleibt fast vollkommen unverändert, während das X-N-Niveau direkt abnehmende Tendenz zeigt (3. Diagramm).



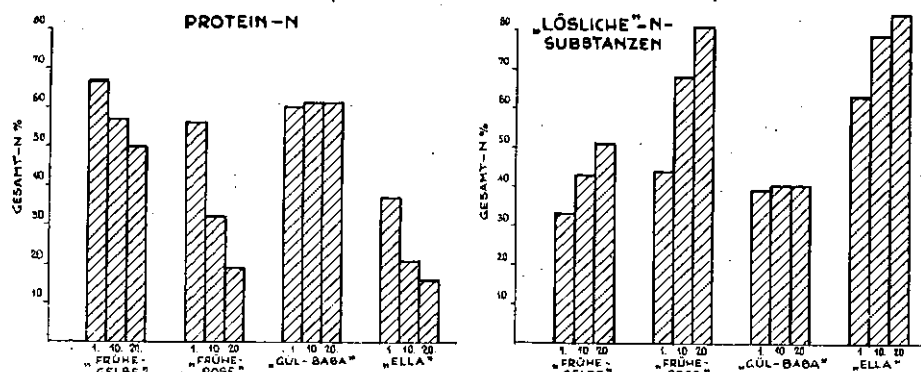
1. und 2. Diagramm. N-Fractionen in den Knollen der *Frühen-Gelben* und *Frühen-Rosen*. I. Ausgangszustand, II. am 10. Tage, III. am 20. Tage nach der Behandlung, IV. Kontrolle zur Zeit der Beendigung des Versuches.



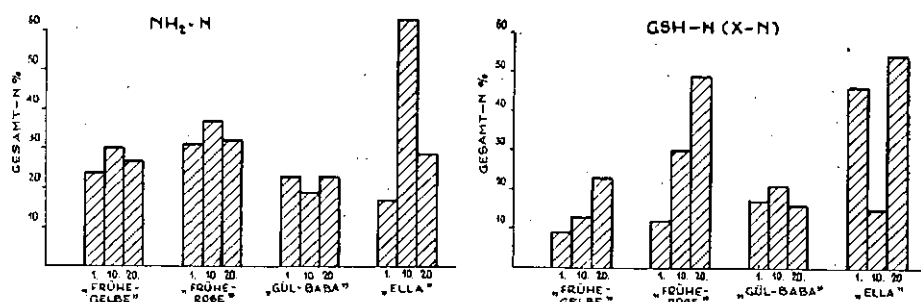
3. und 4. Diagramm. N-Fractionen in den *Gül-Baba*- und *Ella*-Knollen. Erklärung ebenso wie im 1. Diagramm.

Sehr lehrreich erscheint der Vergleich der einzelnen N-Fractionen in den verschiedenen Sorten (5—8. Diagramm): Die Eiweiss-N-Menge nimmt mit fortschreitender Keimung — mit Ausnahme der *Gül-Baba* — in jeder Sorte ab; während sie bei der letzteren unverändert bleibt, oder etwas erhöht ist (5. Diagramm). Die lösliche-N-Menge nimmt — abgesehen von der *Gül-Baba* — zu (6. Diagramm). Der Amino-N-Gehalt steigt nur in den ersten 10 Tagen, um später abzunehmen, nur bei der *Gül-Baba* herrschen umgekehrte Verhältnisse (7. Diagramm). Das X-N zeigte im allgemeinen einen Anstieg, und erreichte des Maximum am letzten Tage der Untersuchung (Am 20. Tage), als die Triebe gerade an der Erdoberfläche erschienen. Auch in dieser Hinsicht nimmt die *Gül-Baba*-Sorte eine Sonderstellung ein (8. Diagramm).

Zugleich mit der Bestimmung der N-Formen haben wir auch die freien Aminosäuren papierchromatographisch untersucht. Diese Untersuchungen waren eher nur orientierender Natur um festzustellen, welche Aminosäuren



5. und 6. Diagramm. Quantitative Veränderung des Protein- und lösliche N-Gehaltes in der untersuchten Sorten. 1, 10 und 20 Tage nach Versuchsbeginn.



7. und 8. Diagramm. Quantitative Veränderung des Amino- und GSH-N-Gehaltes in den untersuchten Sorten. Zeichenerklärung siehe in Abb. 5—6.

durch die »Rindite«-Behandlung in erster Linie vermehrt werden, wobei nicht die Identifizierung sämtlicher vorkommender Aminosäuren angestrebt wurde.

Das Chromatogramm der Frühen-Gelben-Sorte ergab folgende Resultate (aus 4 Durchschnittswerten):

Auf die Wirkung der »Rindite«-Behandlung erhöht sich im allgemeinen der Aminosäuregehalt, auffallend aber ist in erster Linie die Zunahme des GSH-Bestandes. Der Zusammenhang zwischen GSH-Menge und Keimungsintensität ist noch nicht deutlich ersichtlich. Das GSH ist nämlich nicht nur als Redoxaktivator zu betrachten (6), sondern stellt als mobile Schwefelverbindung eine Vehikelsubstanz des Schwefels von den Knollen in die Keime dar (3). Desgleichen steigt auch der Tryptophan-Gehalt, und diese Tatsache kann ruhig in Relation mit der Bildung der ein Indolgerüst besitzenden Wuchsstoffe in Zusammenhang gebracht werden, welche im Laufe der Keimung eine bedeutende Rolle spielen.

Aminosäuren	Rf	Kontrolle zu Beginn des Versuches	10 Tage	20 Tage	Kontrolle am 20. Tage
			nach der Behandlung		
Leucin	0,688	+	+	+	+
Phenylalanin	0,647	+	+	+++	+
Tyrosin	0,499	+	++	+++	+
Asparagin	0,237	+	++	++	+
Glutathion	0,342	+	+++	++++	+
Arginin	0,227	++	++	++	+
Histidin	0,186	++	++	++	++
Lysin	0,150	++	++	++	+
Glutaminsäure	0,323	+	+		
Tryptophan	0,424	+	++	+++	+

Papier: Macherey — Nagel 619 H

Besprechung und Zusammenfassung

Bezüglich der im Ruhezustand in den Knollen zustandekommenden Umwandlungsprozesse der N-Substanzen widersprechen die Angaben der verschiedenen Autoren einander. Während z. B. nach APPLEMAN und MILLER in den reifen Knollen in der Ruhe der Eiweiss-N und Nichteiweiss-N Quotient konstant bleibt, geht in der unreifen Knollen bei der Lagerung eine hochgradige Proteolyse vor sich, die zu einer Erhöhung des Nichteiweiss-N, hauptsächlich des Amino-N, führt. Die genannten Autoren erachten diesen Prozess als einen Nachreifungsvorgang. Andere, z. B. KRÜGER (7) behaupten, dass während der Lagerung der Knollen die Amino-N-Menge zunimmt, während nach ERTEL (2) die Vermehrung des Eiweiss-N charakteristisch ist. GRETSCHKA (4) hat eine Überprüfung der widersprechenden Angaben versucht und gefunden, dass während der Lagerung der Amino-N-Gehalt anfangs abnahm, und etwa von der Erreichung der Hälfte der Lagerungszeit wieder zu steigen begann.

Unsere Untersuchungen unterstützen voll und ganz den Standpunkt von ERTEL bzw. GRETSCHKA, da bei allen Arten im Laufe der Lagerung (Reifung) der Eiweissgehalt zunimmt, während mit Ausnahme der *Gül-Baba* mit vorgeschrittener Keimung die lösliche-N-Menge auf Kosten des Eiweiss-N gesteigert ist.

1. In den jungen Knollen, die der Ruheperiode entgegengehen, ist zweifellos eine Synthese der N-Formen zu beobachten, da das Verhältnis des Eiweiss-N und Nichteiweiss-N ständig wächst.

2. In den mit »Rindite« behandelten, d. h. zum Austreiben gezwungenen Knollen, wenigstens in denjenigen, in denen die Keimung tatsächlich eingesetzt hat und intensiv ist, nimmt der Eiweiss-N/Nichteiweiss-N Quotient mit fortschreitender Keimung ab. Diese Erscheinung ist bei den frühen Sorten ausgesprochener und von grösserem Ausmasse.

3. Die quantitative Veränderungen des Amino-N gehen nicht während des ganzen Keimungsverlaufes mit den quantitativen Veränderungen des löslichen N parallel, da ersteres vom 10. Tage der Keimung an in den meisten untersuchten Sorten abnimmt, während die Menge des löslichen-N ständig steigt.

4. Die PCG Untersuchungen haben — in Übereinstimmung mit den Amino-N-Messungsergebnissen — eine Verstärkung gewisser Aminosäure-Flecken (Asparagin, Tyrosin und Tryptophan) gezeigt.

5. Die GSH-Menge steigt im Laufe der Keimung fortwährend an; und gleichzeitig zeigt die Eiweiß-N- und Amino-N-Menge eine stete Verringerung. Dies lässt vermuten, dass die Aminosäuren eventuell zur Peptid- bzw. GSH-Synthese verbraucht werden.

Im Spiegel des N-Stoffwechsels muss das Ruhestadium von physiologischen Gesichtspunkte in 2 Phasen zerlegt werden, nämlich

a) Die erste Phase umfasst die endgültigen Reifungs-(Nachreifungs) Prozesse, während derer die synthetischen Vorgänge allmählich beendet werden.

b) In der zweiten Phase setzen, in Abhängigkeit von den äusseren Bedingungen (im vorliegenden Falle infolge der »Rindite«-Behandlung) früher oder später die Abbauprozesse ein, als deren sichtbares Zeichen (je nach den Sorten zu verschiedenen Zeitpunkten) die Entwicklung der Sprosse beginnt.

Wir haben diesen Wendepunkt der Stoffwechselprozesse, so wie die ihm unmittelbar vorausgehende und nachfolgende Zeitspanne, als Ruheperiode aufgefasst, in der die Intensität der Lebensvorgänge, abgesehen von der Atmung, nicht oder nur kaum messbar ist. Wir müssen SNELL (11) rechtgeben nach dessen Ansicht jede Knolle nur ein Nachreifungsstadium hat, nicht aber eine Ruheperiode.

Auf Grund des Gesagten können die Veränderungen der Stickstoff-Formen als bedeutende und charakteristische Faktoren des Überganges der Knollen in die Ruheperiode, bzw. als Beginn des aktiven Lebens akzeptiert werden.

Schrifttum

- (1) Anasin, A. G.: Két burgonyatermés egy esztendőben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (1941).
- (2) Ertel, H.: Über die Veränderungen der chemischen Zusammensetzung der Kartoffel während der Lagerung, unter besonderer Berücksichtigung von Düngung, Sorte und Temperatur. Landwirtsch. Jb. 75, 669 (1932).
- (3) Fejér, D.: A gyökerek élettani tevékenysége, különös tekintettel a kénartalmú származékokra. Diss. Bp. (1957).
- (4) Гречка, Г.: Биохимические изменения при хранении картофеля. Диссертация ВИР, 1937.
- (5) Hirosberg, K.—K. Lang: Medizinische Chemie, 301 (1938).
- (6) Irion, W. und O. Fischnich: Über stoffliche Umwandlungen in »Rindite« behandelten Knollen in den einzelnen Phasen der Keimung. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 59, 248 (1952).
- (7) Krüger, K.: Die Wirkung stickstoffhaltiger Düngemittel auf den Wert des Pflanzgutes und die Zusammensetzung der Kartoffel bei vier verschiedenen Bodenarten. Landwirtsch. Jb. 66, 781 (1927).
- (8) Rédey, Gy.: A burgonya nyári ültetése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (1951).
- (9) Schultze, W. und O. Fischnich: Über Keimförderung und stoffliche Veränderungen in der Kartoffelknolle bei Beginn und im Verlauf der Keimung. Schriftenreihe der F. A. L. 3 (1951).

- (10) Smith, I.: Colour reactions on paper chromatograms by dipping technique. *Nature* **171**, 43 (1953).
- (11) Snell, K.: Die Beschleunigung der Keimung bei der Kartoffelknolle. *Ber. d. D. Bot. Ges.* **50** a (1932).
- (12) Szalai, I.: Die Sommerpflanzung der Kartoffel mit durch »Rindite« Ausgetriebenen jungen Kartoffelknolle. *Acta Biol. Szeged*, **2**, 63 (1956).
- (13) Szalai, I.: Zusammenhänge zwischen der Keimung der jungen (in Keimruhe) befindliche Knollen bei verschiedenen Kartoffelsorten und die Konzentration des Stimulationsgemisches. *Acta Agronom. Hung.* **7**, 25 (1957).
- (14) Szalai, I.—M. Dévay—M. Varga—L. Ferenczy: Metabolic change in sprouting potato tubers treated with »rindite«. *Acta. Biol. Hung.* **8**, 11 (1957).

DIE VERTEILUNG DER FREIEN AMINOSÄUREN IN KARTOFFELKNOLLEN UND IHRE BEEINFLUSSUNG DURCH „JAROWISATION“

I. PHOTOMETRISCHE BESTIMMUNG DES GESAMTAMINOSÄURENSPIEGELS IM KARTOFFELSAFT MITTELS DER NINHYDRINREAKTION

(Physiologische Studien über die Kartoffelpflanze VII.)

Von

I. SZALAI

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität, Szeged
(Eigegangen am 28. Dezember, 1956)

Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit vergleichenden Untersuchungen über die quantitative Verteilung der freien Aminosäuren in den jarowisierten verschiedenen Kartoffel-Sorten. Insbesondere interessieren uns die Differenzen, die in den Veränderungen der Aminosäuren — während der Keimung — in den verschiedenen Sektionen der Knollen vor sich gehen. Die Beeinflussung des N-Stoffwechsels — z. B. durch Behandlung mit verschiedenen »Rindite«-Konzentrationen — ist schon früher von IRION und FISCHNICH (3) bzw. durch photoperiodische Induktion von MURNEEK (7), PARKER und BORTWICK (8), CHAMAN LAL MADAN (5) und desgleichen von METZNER (6) bei Lang- und Kurztagspflanzen untersucht worden.

Im Laufe der Untersuchungen der N-Stoffwechselprozesse keimender und ruhender Kartoffelknollen fanden wir, dass zwischen den quantitativen Veränderungen der freien Aminosäuren und des Glutathions, sowie einzelnen Keimungsphasen enge Zusammenhänge bestehen (12, 13). Zur Klärung dieser Zusammenhänge ist es unerlässlich, die Mengen- und Verteilungsveränderungen der Aminosäuren, in erster Linie der freien Aminosäuren, zu verfolgen, wozu natürlich eine ganze Reihe von Orientierungsuntersuchungen notwendig ist. Um die Veränderungen des Aminosäuresektors in keimenden, bzw. ruhenden Knollen erfassen zu können, schien es vor allem nötig, die Niveaubewegung des Gesamtaminosäurespiegels zu verfolgen, zu welchem Zweck gleichzeitig mehrere Sektoren der Knollen untersucht wurden. Es ist wohl bekannt, dass derartige Stoffwechselprozesse nicht lokalisiert, sondern mit zahlreichen

anderen fermentativen Prozessen gekoppelt sind. Die verschiedenen Ferment-aktivatoren, z. B. die Ascorbinsäure, das eine Sulphydril-Gruppe enthaltende Glutathion sind äusserst aktiv und die Menge des Glutathions in den jarowisierten keimenden Knollen nimmt schnell zu (14, 13).

Methodik

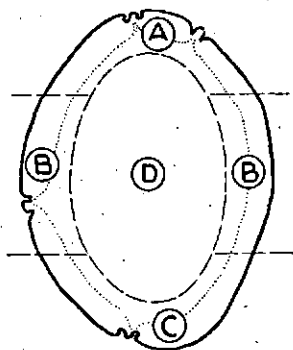


Abb. 1. Schema der Knollensektoren

Die Versuche wurden an Knollen der *Kisvárdai Rose* und *Ella* Kartoffelsorten durchgeführt, und zwar in den Monaten Februar und März. Die Knollen wurden dem Jarowisations-Prozess unterworfen (1, 2, 4, 10), und in den geeigneten Zeiträumen auf die in Abb. 1 dargestellte Weise zerstückelt. Zur Bestimmung der Gesamt-aminosäuren im Knollensaft wurden die Sektoren mit einer gewöhnlichen Glasapfelreibe in Breiform gebracht und der Saft durch Auspressen in einem dicht gewebten Seidennetz von der festen Gewebemasse getrennt. Nach Ausfällen des Eiweisses durch Hitzeokoagulation (wenige Minuten bei 70 C°, bis der Saft flockig wird) und Filtration (in M. & N. Nr 640) wurde je 1 ccm der mehr oder weniger braun gefärbten klaren Filtrate in eine Eprouvette

abpipettiert. Dazu wurden 5 ccm alkoholische 0,1%-ige Ninhydrinlösung gegeben, umgeschüttelt, und die Farbe in einem Wasserbad von 80 C° genau 20 Min. entwickelt. Nach dem Abkühlen wird in einem Erlenmeyerkolben mit dest. Wasser auf 100 ccm ergänzt und im *Pulfrich*-Photometer unter Anwendung eines S₅₇ Filters in 0,5 cm Ø Küvetten bestimmt.

Ergebnisse

Die photometrischen Daten sind in der 1. Tabelle, und die auf mg umgerechneten Werte in dem 1. und 2. Diagramm dargestellt. Von den jarowisierten Knollen wurden 5-mal, und zwar 1, 8, 15, 22 und 29 Tage nach Versuchsbeginn (1. Kolumne) — aus dem Durchschnitt von je 10 Knollen je zwei Parallelmessungen durchgeführt (2. und 3. Kolumne). Von den unbehandelten (Kontroll-) Knollen haben wir nur bei Beginn und Beendigung des Versuches Proben entnommen. Die Ergebnisse sehen wir in der 4. und 5. Kolumne. Am 29. Tage endlich haben wir die Keime abgebrochen und ihren Aminosäuregehalt auch gesondert bestimmt. Die den Extinktionswerten entsprechenden mg-Werte haben wir von einer β -Alanin-Standard-Kurve abgelesen und in mg/ccm-Einheiten angegeben (1. und 2. Diagramm).

Sowohl aus den Extinktions-, als auch aus den mg-Werten geht gleichermaßen hervor, dass der Gehalt der Knollen an freien Aminosäuren in beiden Sorten und auch in den einzelnen Sektoren quantitativ verschieden ist. Ihre Menge ist im apikalen- (A-Sektor) und im Gürtelteil (B-Sektor) geringer als in dem Nabelteil (C-Sektor), während maximale Werte in inneren Teile der Knolle (D-Sektor) erhalten werden. Die in den »ruhenden« Knollen gefundenen

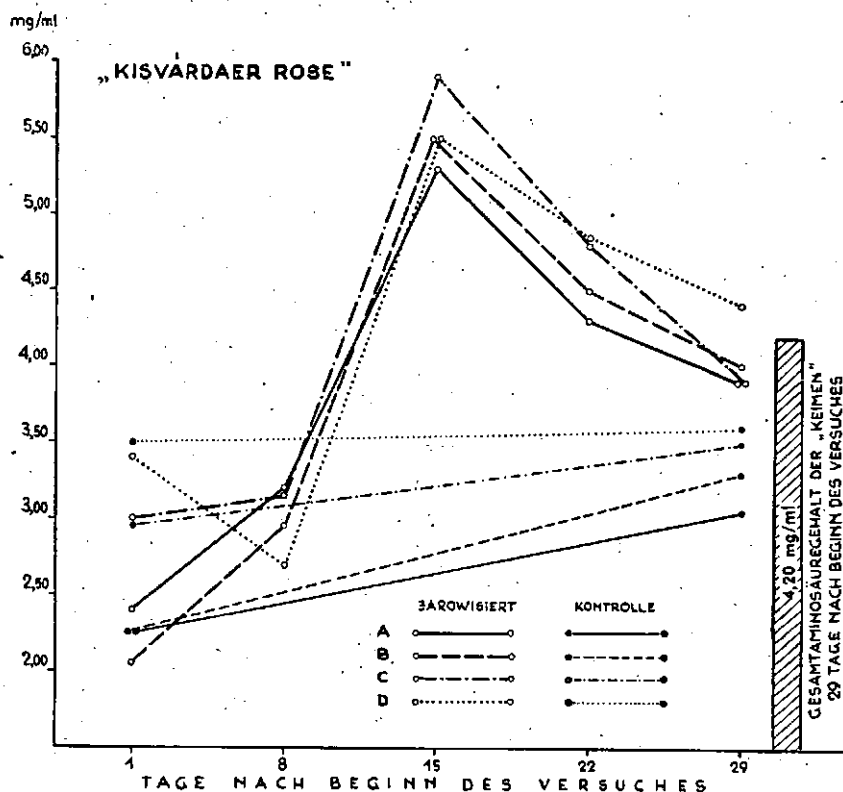
quantitativen Verhältnisse verändern sich im Laufe der Keimung (im gegenwärtigen Falle infolge der Jarowisation) und zwar in dem Sinne, dass die Vermehrung der freien Aminosäuren in dem apikalen Teil grösser ist, als im Nabelteil oder im inneren Teil der Knolle, wodurch ihre Verteilung in den

Sektoren	Extinktion			
	in jarowisierten-		in Kontroll-	
	K n o l l e n			
	K. Rose	Ella	K. Rose	Ella
1	2	3	4	5
A ₁	0,30	0,25	0,28	0,29
B ₁	0,26	0,40	0,28	0,36
C ₁	0,37	0,37	0,36	0,36
D ₁	0,41	0,11	0,42	0,43
A ₈	0,39	0,45	—	—
B ₈	0,36	0,46	—	—
C ₈	0,38	0,48	—	—
D ₈	0,33	0,49	—	—
A ₁₅	0,57	0,48	—	—
B ₁₅	0,60	0,55	—	—
C ₁₅	0,64	0,56	—	—
D ₁₅	0,61	0,57	—	—
A ₂₂	0,54	0,47	—	—
B ₂₂	0,58	0,50	—	—
C ₂₂	0,60	0,54	—	—
D ₂₂	0,62	0,54	—	—
A ₂₉	0,45	0,45	0,37	0,42
B ₂₉	0,48	0,45	0,40	0,43
C ₂₉	0,45	0,49	0,42	0,45
D ₂₉	0,52	0,52	0,44	0,47
Keime	0,50	0,43	ohne Keime	

1. Die Verteilung der Gesamtaminosäuren in den Knollen der *Kisvárdar Rose* und *Ella* Kartoffel-Sorten. 0,5 cm Ø Küvetten, Filter S₃₇

Gewebe der Knolle ausgeglichener wird. In beiden Sorten bleibt der Aminosäuregehalt im inneren Teile der Knolle — abgesehen von den Daten des 8. und 15. Tages bei der *Kisvárdar Rose* — ganz bis zu Ende am höchsten. Schliesslich ist der Aminosäuregehalt der *Kisvárdar Rose* höher, als der der *Ella*-Sorte. Diese letztere Feststellung bezieht sich auch auf den Aminosäuregehalt der Keime.

Den Zustand der »Keimung« und den Entwicklungsstand der »Keime« demonstrieren die an den Tagen der Probenentnahme angefertigten Aufnahmen (Abb. 2.).



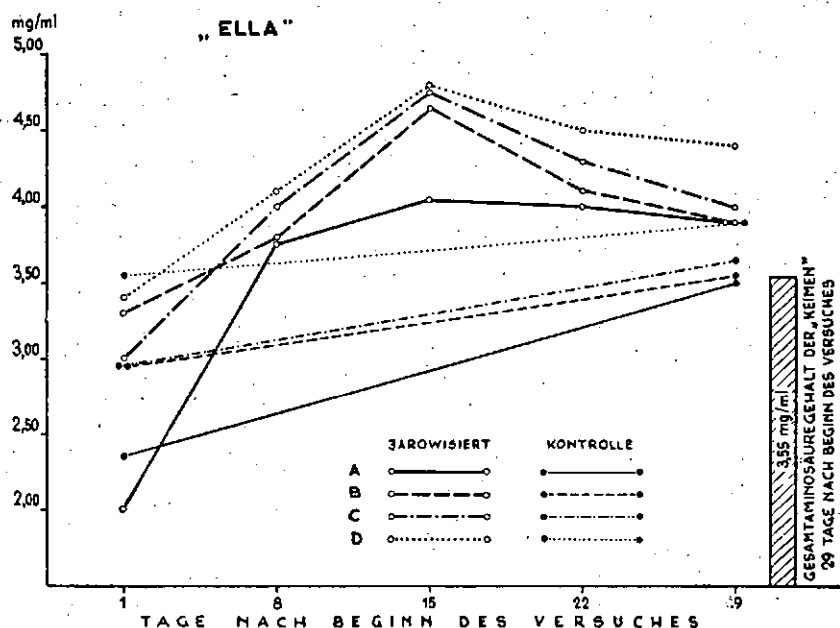
1. Diagramm. Die quantitative Verteilung der freien Gesamtaminosäuren in verschiedenen Sektoren der Knollen. Sorte: *Kisvárdai-Rose*.

Diskussion und Zusammenfassung

Die Literaturangaben über die Verteilung der N-haltigen Stoffe der Knollen sind ziemlich übereinstimmend. Der innere Teil der Knolle enthält in jedem Falle mehr Nitrogen, als die äusseren Teile. Infolgedessen ist die Verteilung des Nitrogens — ähnlich wie die der Stärke — eine ungleiche, aber gerade in umgekehrter Reihenfolge. Das Nitrogen-Minimum befindet sich in der Zone des Kambiumringes. Das in Prozent Gesamt-Nitrogen ausgedrückte Amino-N nimmt gegen die Mitte der Knolle ständig zu, und erreicht hier 34,4% gegenüber den 21,8% der Peripherie (PROKOSCHEW) (9).

Diese Daten gelten in grossen Zügen auch für die Verteilung der freien Aminosäuren — indem sich im Laufe der Untersuchungen herausstellte — dass zu Ende des Ruhezustandes der Gehalt an freien Aminosäuren in der Reihenfolge: apikaler-, Gürtel-, Nabel-Teil und »Herz« zunimmt (1. und 2.

Diagramm). Dieser Zustand macht im Laufe der Jarowisation bedeutende Veränderungen durch. Schon am 8. Tage ist in sämtlichen Knollenteilen (mit Ausnahme des D-Sektors der *Kisvárdaer Rose*) ein Anstieg der freien Aminosäuren zu beobachten. Am 15. Tage erreichen sie in allen Sektoren ihr Maximum, und steigen auf das 2—2,5-fache des Ausgangswertes an. Dann wird allmählich ihre Menge geringer. Aus der abnehmenden Tendenz des Gesamtaminosäureniveaus kann darauf geschlossen werden (in Übereinstimmung mit TAGAWA und OKAZAWA, 17), dass eine intensive Strömung der Aminosäuren zu



2. Diagramm. Die quantitative Verteilung der freien Gesamtaminosäuren in verschiedenen Sektoren der Knollen. Sorte: *Ella*.

den in Entwicklung begriffenen Keimen einsetzt, infolgeder der die Entwicklung, der Umfang und die Differenzierung der Keime gerade in dieser Zeitspanne (am 22—29. Tage der Jarowisation) am grössten ist (Abb. 1., 3. und 4. Bild).

SATAROWA (14) fand in den frisch gerodeten Knollen der *Lorch*- und *Berlichingen*-Sorten ebenfalls in der Nähe der Keime weniger Aminosäuren, als im Inneren der Knollen. In den mit 20%-igem Thiocarbamid, bzw. Ammoniumrhodanat behandelten Knollen beobachtete sie im Laufe der Keimung nur in der Nähe der Keime ein Ansteigen der Aminosäuren, während sie im Inneren der Knollen gleichzeitig abnahmen. Diese Beobachtung lässt vermuten, dass in den über den Ruhezustand hinausgegangenen, spontan keimenden Knollen viel grössere und tiefgreifendere fermentative Prozesse vor sich gehen, als in den unreifen, jungen, lediglich durch Stimulation zum Keimen gebrachten Knollen.

Aus dem Verlaufe der Kurven geht auch hervor, dass die Mobilisation des Tuberins sich auf alle Gewebe der Knolle erstreckt, und die Wanderung der

Aminosäuren in die Keime im ganzen Querschnitt der Knolle stattfindet. Die Gestaltung des freien Aminosäurenniveaus weist auch darauf hin, dass der Gehalt der Knollen an freien Aminosäuren während des Überganges in die autotrophe Phase ungefähr zweimal so hoch ist wie zu Beginn der Keimung (11).

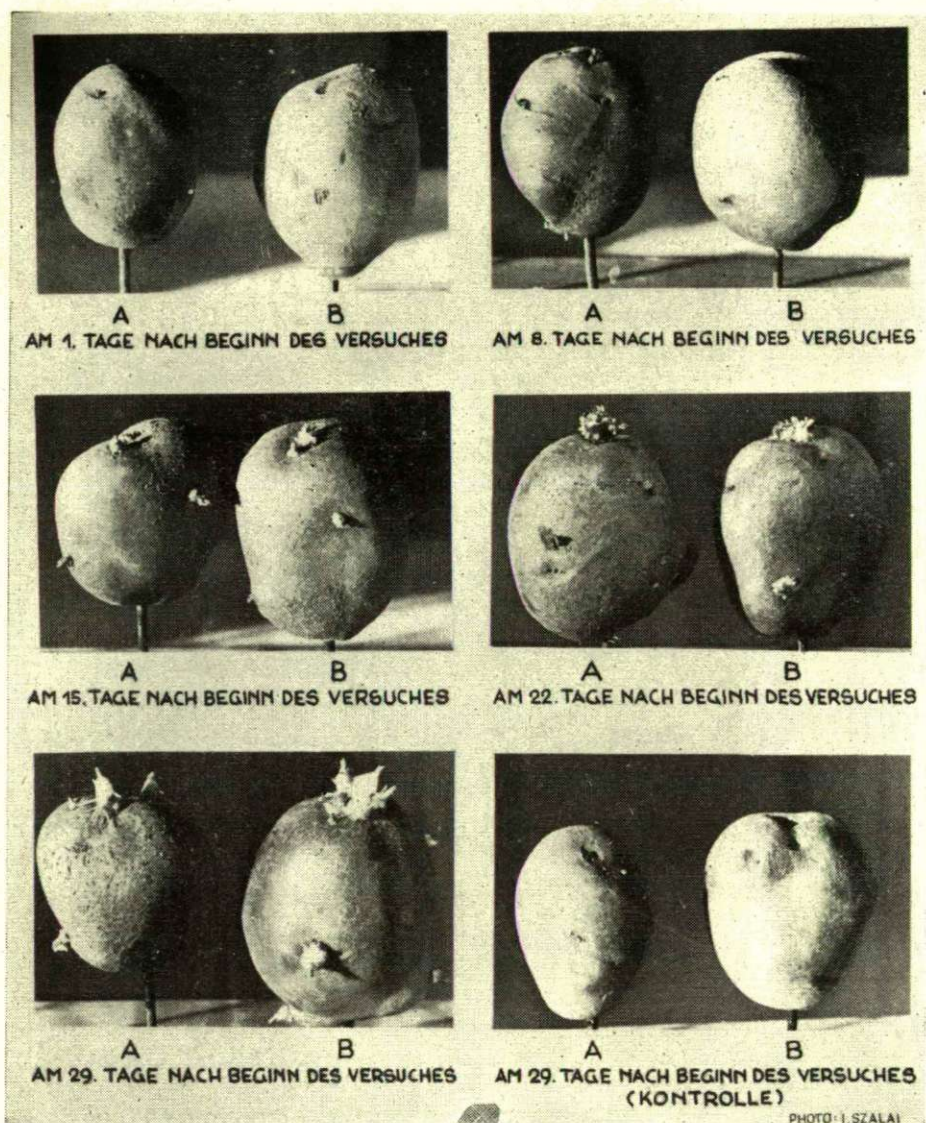


Abb. 2. Die jarowisierten, bzw. unbehandelten Knollen der *Kisvárdai Rosen* (A) und *Ella* (B) Sorten in den verschiedenen Phasen des Versuches (Photo: I. Szalai)

Schliesslich kann aus der Gestaltung des Aminosäurespiegels auch festgestellt werden, dass die Keimbildung der jarowisierten Knollen infolge der gesteigerten Eiweissmobilisation eine intensivere ist als in unbehandelten Knollen, und dass in den unbehandelten Kontrollknollen die Menge der freien Aminosäuren am 29. Tage ungefähr identisch ist mit dem Zustand der jarowisierten Knollen am 8.—10. Tage, was auch in dem Entwicklungsgrad der Keime zum Ausdruck kommt (Abb. 2; 1., 2. und 6. Bild).

Auf grund der Untersuchungen kann folgendes festgestellt werden:

1. Die Menge der freien Aminosäuren in den über den Ruhezustand hinausgelangten Knollen ist nicht gleichmässig verteilt. Die höchsten Werte finden sich im Herzteil, im Nabel-, Gürtel- und apikalen-Teil nehmen diese Werte in der vorstehenden Reihenfolge ab.

2. Die Menge der freien Aminosäuren nimmt im Laufe der Jarowisation rapid zu und erreicht ihr Maximum bei beiden untersuchten Sorten am 15. Versuchstage.

3. Die Verringerung der Menge der freien Aminosäuren nach dem 15. Tage kann mit den schnellen und intensiven Wachstum der Keime, bzw. der Triebe in Zusammenhang gebracht werden, die verbrauchen.

4. Die Jarowisation beschleunigt den N-Stoffwechsel und erweist sich deshalb als günstig für die Entwicklung der Keime (S. auch 16).

5. Der Abbau des Tuberins findet in der ganzen Knollenmasse, und die Wanderung zu den Keimen im ganzen Querschnitt der Knollen statt (S. auch 17).

6. Aus den jungen Trieben konnten ebenfalls reichlich freie Aminosäuren nachgewiesen werden.

Schrifttum

- (1) *Fischnich, O.*: Massnahmen zur Kartoffellagerung und deren Auswirkung auf Konsumware und Pflanzgut. Vortragsreihe d. 10. Hochschultagung d. Landw. Fak. d. Univ. Bonn, 2—3 (1956).
- (2) *Гаврилов, А. М.*: О яровизации картофеля для летних посадок. Картофель, 2, 28—31 (1956).
- (3) *Irion, W.*—*O. Fischnich*: Über stoffliche Umwandlungen in »Rindite« behandelten Kartoffelknollen in den einzelnen Phasen der Keimung. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 59, 248—266 (1952).
- (4) *Liszenko, T. D.*: Agrobiológia. Mezőgazdasági Könyv és Folyóirat Kiadó, Budapest (1950).
- (5) *Madan, Lal, Ch.*: Die Verteilung der freien Aminosäuren in der Pflanze und ihre Beeinflussung durch photoperiodische Induktion. Planta, 47, 53—80 (1956).
- (6) *Metzner, H.*: Unterschiede in der Einweissfraktion bei Lang- und Kürztagsexemplaren von *Kalanchoe Blossfeldiana*, Nachr. Akad. d. Wiss. 19—22 (1954).
- (7) *Murneek, A. E.*: Biochemical studies of photoperiodism in plants. Mo. Agr. Exper. Stn. Res. Bull. 2628—2634 (1937).
- (8) *Parker, M. W.*, and *H. A. Bortwick*: Effect of photoperiod on development and metabolism of the Biloxi soybean. Bot. Gaz. 100, 651—654 (1939).
- (9) *Прокопьев, М. Ш.*: Биохимия картофеля. АН СССР. Москва — Ленинград (1947).
- (10) *Schleusener, W.*: Vorteile der Vorkultur im Kartoffelbau. Mitt. Dtsch. Landw. Ges. 71, 75—78 (1956).
- (11) *Szalai, I.*: Die Sommerpflanzung der Kartoffel mit durch »Rindite« ausgetriebenen jungen Kartoffelknollen. Acta Biol. Szeged, 2, 63—76 (1956).

- (12) Szalai, I.—M. Dévay—M. Varga—L. Ferenczy: Metabolic change in sprouting potato tubers treated with »Rindite« Acta Biol. Hung. 8, 11 (1957).
- (13) Szalai, I.—M. Dévay: Die Wirkung der »Rindite-Dämpfe« und den N-stoffwechsel der Kartoffelknollen in den einzelnen Keimungsphasen. Acta Biol. Szeged, 3, 97 (1957).
- (14) Szalai, I.: Quantity and distribution of Vitamin C in the potato tubers during »jarowisation«. (In der Presse.)
- (15) Сатарова, Н. А.: К вопросу о содержании аминокислот в свежубранных клубнях картофеля при нарушении покоя. Физиол. Раст. Москва, 2, 529—532 (1955).
- (16) Сноиков, Г.: Влияние на яровизацията върху растежа, клубенообразуването и добива при картофите. Прир. и Знание, 8, 8—10 (1955) София.
- (17) Tagawa, T.—Y. Okazawa: Physiological and morphological studies on potato plants. Part 9. Studies on nitrogen metabolism in potato tubers during the storage period. F. Fac. Agr. Hokkaido Univ., Sapporo, 50, 65—73 (1955).

**DIE VERTEILUNG DER FREIEN AMINOSÄUREN
IN KARTOFFELKNOLLEN UND IHRE BEEINFLUSSUNG DURCH
„JAROWISATION“**

**II. PAPIERCHROMATOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN DER FREIEN
AMINOSÄUREN DES KARTOFFELSAFTES**

(Physiologische Studien über die Kartoffelpflanze VIII.)

Von

I. SZALAI

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität, Szeged
(Eingegangen am: 8. April, 1957)

Einleitung

In meiner vorherigen Mitteilungen (12) wies ich darauf hin, dass im Laufe der »Jarowisation« der freie Aminosäuregehalt der Kartoffelknollen bedeutend und schnell zunimmt und dann später — je nach der Entwicklung der »Keime« — der Gesamtaminosäuregehalt verringert wird. Es wäre nicht uninteressant zu erfahren, ob wohl von den freien Aminosäuren — die übrigens nur in ganz gerigen Mengen vorhanden sind — einige nicht eine besondere Stellung einnehmen; gleich ob deshalb, weil ihre Menge bedeutend gesetzmässig verändert wird, oder aber deshalb, weil aus der Anwesenheit grösserer Mengen derselben auf ihre höhere physiologische Bedeutung geschlossen werden kann. Insbesondere würden uns drei Gesichtspunkte interessieren, namentlich die quantitative Veränderung des *Tryptophans*, *Tyrosins* und *Arginins*, deren grosse physiologische Bedeutung in vieler Hinsicht noch ungeklärt ist, ferner die quantitative Verteilung der drei Grundaminosäuren, d. h. der *Asparagin-* und *Glutaminsäure* sowie des *α -Alanins* und schliesslich die Beteiligung der schwefelhaltigen Aminosäuren, insbesondere des tripeptiden *Glutathions*, welches einerseits als Redox-System, andererseits als mobile Schwefelverbindung (4) in der Keimung der Knollen eine sehr wichtige Rolle spielt. Zur Entscheidung dieser Frage schien die papierchromatographische Untersuchung der Aminosäuren am zweckentsprechendsten zu sein.

Material und Methoden

Es wurden die Sorten *Kisvardaer Rose* und *Ella* untersucht. Die Knollen wurden entsprechend Abb. 1 — in die Sektoren A, B, C, und D zerschnitten, welche Bezeichnung durch die ungleichmässige Verteilung der Stärke, der N-haltigen Sub-

stanzen und des C-vitamins innerhalb der Knolle, sowie die bipolare morphologisch-anatomische Struktur derselben angezeigt war.

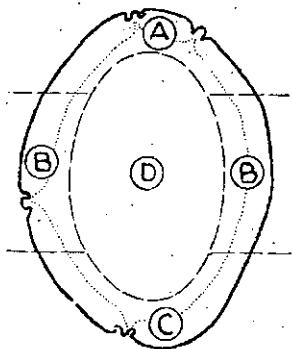


Abb. 1. Schema der Knollensektoren

Zur Herstellung des Chromatogramms wurde der β -globulinfreie Saft verwendet. 5 ccm des filtrierten und auf 1/5 eingedichteten Saftes wurden auf Sch. & Sch. Papier Nr. 2042b aufgetragen (7), wobei die Originalbogen in 4 gleich grosse Teile geschnitten und ein jeder Teil in 8 gleiche Streifen geteilt wurde. Zur Erhöhung des Trenneffektes wurden die einzelnen Streifen bei der Startstelle mit einer »Taille« versehen (5, 11). Die Substanzen wurden in einem Solvens aus *n*-Butanol-Essigsäure-Wasser (40:10:50) laufen gelassen (2) und nach Besprühen mit 0,2% igem Butanol-Ninhydrin bei 90° C entwickelt. Zur Kontrolle wurden unter den gleichen Bedingungen einerseits reine Mercksche Aminosäuren und andererseits mit reinen Aminosäuren angereicherter Kartoffelsaft aufgetragen um festzustellen, ob eine wesentliche Modifikation der Rf-Werte zustandekommt. Bei diesen qualitativen und teils quantitativen Untersuchungen wurde unberücksichtigt gelassen, ob in dem Saft eventuell störende Substanzen vorhanden waren.¹

Die qualitative Bestimmung geschah durch Vergleich der Rf-Werte einerseits von mit Kupfernitrat konservierten (8) Ninhydrinflecken mit den Standardlösungen, während zu den quantitativen Bestimmungen die Farbflecke eluiert und die Extinktionswerte im Pulfrich-Photometer unter Anwendung eines S₂-Filters abgelesen wurden (10).

Versuchsergebnisse

Obwohl zur Identifizierung der einzelnen Aminosäuren die eindimensionalen Chromatogramme nicht ganz geeignet sind, weil in einem einzigen Trennungsgang nicht alle Komponenten klar voneinander getrennt werden und einzelne Streifenanteile verschiedene Aminosäuren gleichzeitig enthalten, geben sie auf die Frage, welche Aminosäuren in den jarowisierten Knollen, bzw. in den verschiedenen Sektionen derselben, in der grössten Menge vorhanden sind und welche davon den grössten Schwankungen unterworfen sind, sehr wertvolle Aufschlüsse.

Besondere Beachtung verdienen bei beiden Kartoffelsorten die am 15. Tage angefertigten Chromatogramme, wo nämlich die Gesamtaminosäuren maximale Werte erreichten (12) und die »Strömung« der Aminosäuren zu den Keimen noch nicht oder erst kaum eingesetzt hatte. Interessant sind ferner die Chromatogramme des 29. Tages, wo auch der Gehalt der Kontrollknollen und der Keime an freien Aminosäuren untersucht wurde und so eine Möglichkeit

¹ Zu den exakten quantitativen Untersuchungen (über deren Ergebnisse an anderer Stelle berichtet wird) haben wir — ausgehend von der Trockensubstanz — mit Aethanol extrahierte und sorgfältig gereinigte Substanzen zweidimensional laufen lassen.

Aminosäuren	Rf	Sektor „A“				Sektor „B“				Sektor „C“				Sektor „D“				die Keime	
		15.		29.		15.		29.		15.		29.		15.		29.		Kon- troll	Tage
		Tage		Tage		Tage		Tage		Tage		Tage		Tage					
Isoleucin	0,76	++	+	+	+	++	++	++	+	++	+	++	+	++	+	+	+	+	+
Leucin	0,70	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Phenylalanin- Methionin	0,60	+++	++	++	++	+++	+	++	++	+++	+	+++	+	+++	+	+	+++	++	++
Triptophan- Valin- Aminobuttersäure	0,52 0,50	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++
Tyrosin	0,42	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Prolin	0,40	++++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++
Alanin	0,30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glutaminsäure	0,26	++	+	+	+	++	+	+	+	++	+	+	+	++	+	++	+	+	+
Glutathion	0,22	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Asparaginsäure	0,20	+++	++	++	++	+++	++	++	++	+++	++	++	++	+++	++	++	++	++	++
Arginin Histidin Asparagin	0,19 0,16	++++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++
Lysin	0,14	++	+	+	+	+++	++	++	++	+++	++	++	++	+++	++	++	++	+	+
Cystin Cystein	0,08	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tabelle 1. Die relative Verteilung der freien Aminosäuren in den jarowisierten Knollen der Kiszardaer Rosen-Sorte am 15. und 29. Tage der Austreibung sowie in den Kontrollknollen und Keimen.

Aminosäuren	Rf	Sektor „A“			Sektor „B“			Sektor „C“			Sektor „D“			die Keime	
		15.	29. Tage	Kon- troll	15.	29. Tage	Kon- troll	15.	29. Tage	Kon- troll	15.	29. Tage	Kon- troll	29. Tage	
Isoleucin	0,76	+	+	+	+	+	++	+	+	++	+	+	+++	++	
Leucin	0,70	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Phenylalanin- Methionin	0,60	++	+	+++	++	+	++	—	—	+++	+++	+++	+++	++	
Tryptophan- Valin Aminobuttersäure	0,52 0,50	++++	+++	+	++++	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	
Tyrosin	0,42	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Prolin	0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Alanin	0,30	+	+	+	+	+	+	++	+	+	++	+	++	++	
Glutaminsäure	0,26	+	+	+	+++	+	++	+++	++	++	+++	+++	+++	+	
Glutathion	0,22	+++	+	+++	+++	++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	
Asparaginsav	0,20	+++	+	++	+++	++	+++	+++	+	+++	+	+++	++	+	
Arginin Histidin Asparagin	0,19 0,16	++++	+++	+++	++++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	++++	
Lysin	0,14	++	+	++	+++	++	+++	++	++	+++	+	+++	+	+	
Cystein Cystin	0,08	++	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+	—	+	

Tabelle 2. Die relative Verteilung der freien Aminosäuren in den jarvisierten Knollen der *Ella*-Sorte am 15. und 29. Tage der Austreibung sowie in den Kontrollknollen und Keimen.

zum Vergleich bzw. zur Parallelbeobachtung gegeben war. Sowohl bei den *Kisvárdai Rosen*- als auch bei den *Ella*-Knollen konnten in der Regel 12 voneinander deutlich abgegrenzte Flecke erhalten werden, die Teils von je einer, und teils von mehreren Aminosäuren mit identischen oder annähernd gleichen Rf-Werten herrühren.

In den Knollen beider Kartoffelsorten und in jedem Sektor derselben konnten wir die folgenden Aminosäuren bzw. Aminogruppen isolieren: *Leucin*, *Isoleucin*, *Tyrosin*, *Prolin*, *Glutathion*, *Asparaginsäure*, *Lysin*, *Phenylalanin*, *Methionin*, *Tryptophan-Valin-Aminobuttersäure*, *Alanin-Threonin*, *Glutaminsäure-Glykokoll*, *Arginin-Asparagin-Histidin*- und schliesslich *Cystein-Cystin*-Gruppen. Die relativen Mengen und Rf-Werte der in den A-, B-, C- und D-Sektoren der untersuchten Kartoffelsorten bzw. im Falle der Kontrollen und der Keime ermittelten Aminosäuren sind in Tabelle 1 und 2 dargestellt.

Die Zahl der Kreuze (+) stellt die relative Menge der einzelnen Aminosäuren dar, die auf Grund der Ausdehnung und intensität der Flecke schätzungsweise festgestellt wurde. Aus den Tabelle geht hervor, dass sämtliche identifizierten Aminosäuren in der Knollen, und in jedem Sektor der Knollen beider Kartoffelsorten vorkommen, ihre Menge aber — wenn auch nicht im Falle aller Aminosäuren — im Laufe der Jarowisation (Lichtkeimung) mehr oder minder grossen Schwankungen unterliegt. Intensiv treten in jedem Falle die Flecken der *Tryptophan-Valin*, der »Über-Alanin« gelegenen *X-Aminosäure* (wahrscheinlich *Prolin*), des *Asparagin-Arginin-Histidins*, der *Glutaminsäure*, des *Glutathions* und der *Asparaginsäure* hervor. Am 15. Tage der Jarowisierung sind sämtliche Aminosäuren in den Knollen in grösserer Menge nachweisbar als am 29. Tage oder als in den Kontrollen, was ebenfalls darauf hinweist, dass ein bedeutendes Ausströmen der freien Aminosäuren in die in Entwicklung begriffenen Keime stattfindet.

Zur Veranschaulichung der Trennung und Position der Aminosäureflecken füge ich das Chromatogramm der A-, B-, C- und D-Sektoren der *Ella*-Sorte bei (Abb. 2).

Die durch Eluierung und photometrische Bestimmung erhaltenen Extinktionswerte geben ein weit genaueres Bild über die Quantitätsverhältnisse als die Schätzung. Alle diejenigen Aminosäuren, deren Menge in den einzelnen Sektionen während der Keimung in bedeutenderem Masse wechselte — und die somit wahrscheinlich eine wichtige physiologische Rolle spielen, sind auch in besonderen Diagrammen dargestellt. (Abb. 3.)

In den Knollen der *Kisvárdai Rosen*-Sorte ist der gemeinsame Fleck der *Tryptophan-Valin-Aminobuttersäure* am grössten. Nach Abb. 3 nimmt die Menge der genannten Aminosäuren in der Reihenfolge der A-, B-, C- und D-Sektoren am 15. Tage des Versuches zu. Am 29. Tage ist die Menge der gleichen Aminosäuren im A-Sektor einigermaßen verringert, während sie im B-Sektor unverändert bleibt und in den Sektoren C und D etwa auf $\frac{1}{4}$ des Ausgangswertes herabgesetzt ist. Die *Glutaminsäure-Glykokoll*-Gruppe erreicht am 15. Tage in allen 4 Sektionen annähernd gleiche Werte, am 29. Tage ist in den Sektoren A, B, und C ein mässiger Rückgang und in D eine Erhöhung auf etwa das Doppelte zu beobachten. Der Gehalt der Keime an *Tryptophan-Valin-Aminobuttersäure* bzw. *Glutaminsäure-Glykokoll* stimmt im grossen und ganzen mit dem Verlust der Knollen an diesen Aminosäurenarten überein.

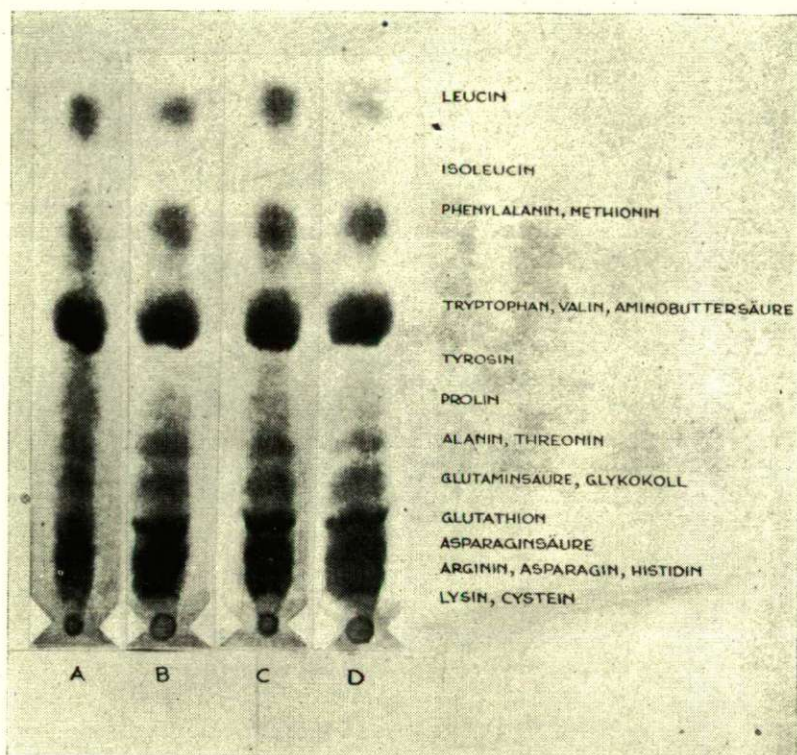


Abbildung 2. Chromatogramm aus den Knollen der *Ella*-Sorte am 15. Tage der Jarowisation. A, B, C und D sind die untersuchten Sektoren (Siehe Abb. 1).

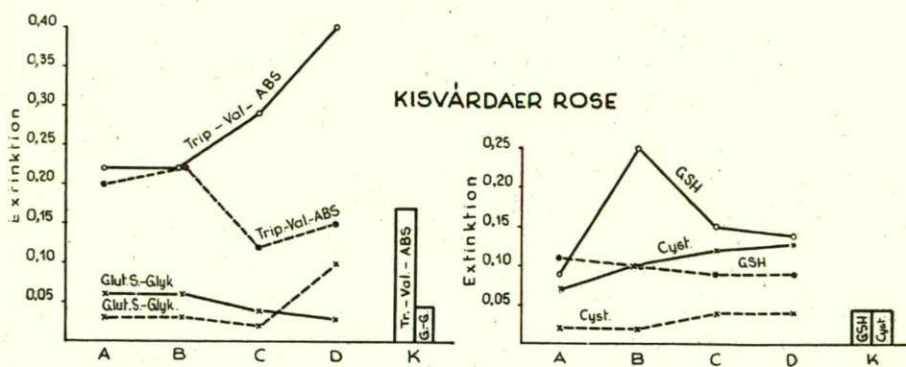


Abbildung 3. Quantitative Veränderung einiger Aminosäuren in den jarowisierten Knollen und Keimen der *Kisvárdai Rose*-Sorte am 15. und 29. Tage der Behandlung. A, B, C und D sind die untersuchten Sektoren.
 — am 15. Tage der Behandlung.
 - - - am 29. Tage der Behandlung.

Die *Glutathion*menge ist am 15. Untersuchungstage im Sektor B am grössten, und am 29. Tage geht ihre Menge ebenfalls im B-Sektor bedeutend zurück. Der *Cysteingehalt* steigt der Reihe nach in den Sektoren A, B, C und D sowohl am 15. als auch am 29. Tage, beträgt aber im letzteren Falle in jeder Sektion nur etwa die Hälfte. Der *Glutathion-* bzw. *Cysteingehalt* der Keime scheint dem Verlust der Knollen an eben diesen Aminosäurenarten proportional zu sein.

In den Knollen der *Ella*-Sorte (Abb. 4) kommt die Tendenz, dass die Menge einzelner Aminosäuren entsprechend dem Wachstumsausmasse der Keime abnimmt, ebenfalls zum Ausdruck nur ist hier Verteilung in den einzelnen Sek-

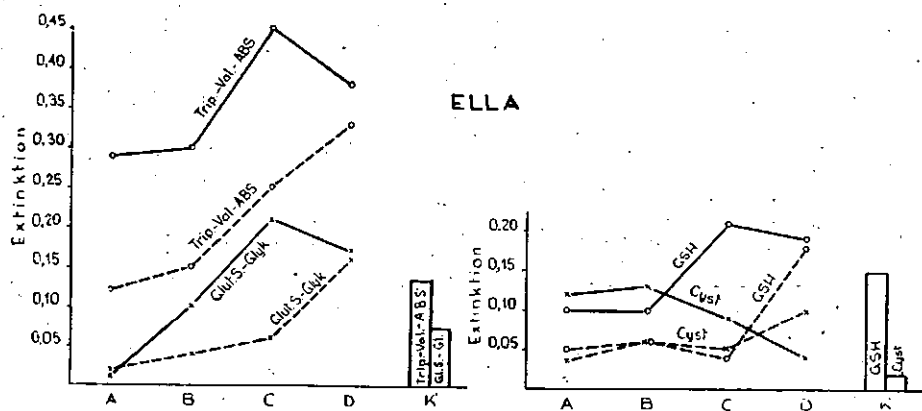


Abbildung 4. Quantitative Veränderung einiger Aminosäuren in den jarowisierten Knollen und Keimen der *Ella*-Sorte am 15. und 29. Tage der Behandlung. Bezeichnung die gleiche wie in Abb. 3.

tionen eine andere als im Falle der *Kisvárdar* Rosen. Die Abnahme der *Tryptophan-Valin-Aminobuttersäure* ist im D-Sektor am geringsten und im C-Sektor am grössten. Ähnlich gestalten sich die Verhältnisse auch im Falle des *Glutaminsäure-Glykokolls*. Von ähnlichem Charakter ist auch die Veränderung des *Glutathion-* und *Cysteingehaltes*. Der Aminosäuregehalt der Keime zeigt eine deutlich Anlehnung an die Schwankungen des Aminosäurespiegels in den Knollen.

Auswertung und Zusammenfassung der Ergebnisse.

Ein Vergleich unserer Ergebnisse über den Gehalt der Knollen der *Kisvárdar* und *Ella*-Sorten an freien Aminosäuren mit den diesbezüglichen Angaben von DENT, STEPKA und STEWARD (3) ergibt, dass — mit Ausnahme des *Glutamins* und *Cytrullins* — sämtliche Aminosäuren nachgewiesen wurden. Natürlich wollen wir das Vorkommen dieser beiden Aminosäuren nicht bezweifeln, einerseits, weil wir nur mit eindimensionalen Chromatogrammen gearbeitet haben und andererseits, weil ihre Menge möglicherweise auch unterhalb der nachweisbaren Grenze liegen kann. Unsere Beobachtungen werden durch die Ergebnisse von IRION und FISCHNICH (7) an mit »Rindite« behandelten Knollen.

bestätigt. Allerdings haben diese Autoren ihre Untersuchungen nicht gesondert auf die einzelnen — auf Grund der bipolaren Struktur der Knolle aufgestellten — Sektoren ausgedehnt, sondern nur globale Messungen vorgenommen. Betreffs der Menge der einzelnen Aminosäuren bestehen aber gewisse Abweichungen zwischen ihren und unseren Beobachtungen. So haben z. B. auch IRION und FISCHNICH die auffallend starken Flecke der *Tryptophan-Valin-Aminosbuttersäure* — welche in beiden Knollensorten und in allen Sektoren in Erscheinung treten — und die im Laufe der Jarowisation steigende Tendenz erkennen lassen — wahrgenommen und sie vornehmlich auf die grössere Menge des Valins zurück geführt. Unsere Untersuchungen bzgl. des Gehaltes an freiem und gebundenem *Tryptophan* in den jarowisierten oder mit »Rindite« behandelten Knollen (13) weisen demnach darauf hin, dass die Intensität der Flecke in erster Linie und hauptsächlich auf den *Tryptophangehalt* zurückgeführt werden muss. Eine genauere Antwort auf diese Frage werden wir übrigens demnächst bei der Auswertung unserer zweidimensionalen Chromatogramme geben können. Der hohe *Tryptophangehalt*, sowie seine Zunahme erscheint übrigens auch in Anbetracht des steigendem Bedarfs der schnell wachsenden Keime an Wuchsstoffen logisch. SATAROWA (14) stellte in frisch gerodeten Knollen einiger Kartoffelsorten einen Anstieg der freien Aminosäuren nur in der Nähe der Sprosse fest.

Von den drei Grund-Aminosäuren sind die *Glutaminsäure* und *Asparaginsäure* (welche unmittelbar aus den α -Ketosäuren des Krebschen Cyklus gebildet werden können) stets in viel grösserer Menge zugegen, als das α -Alanin (15). Die gelben Flecken des *Arginins* und *Asparagins* und ferner des *Prolins* (?) weisen im Laufe der Jarowisation nur unbedeutende Schwankungen auf. Die quantitative Bestimmung des *Glutathions* war besonders durch den Umstand weitgehend gestört und erschwert, dass gleichzeitig mit dem 0,12-Wert stets ein zweiter Fleck in Erscheinung trat, der zusammenfiel mit dem *Lysin-Cystein-fleck*. Es darf auch der Umstand nicht ausser acht gelassen werden, dass von dem freien, an Eiweiss nicht gebundenen *Glutathion* in wässriger Lösung mehrere Strukturformen (H-Brücken, offene Ketten-, Hydroxy-Pyrrolidon, Hydroxy-Thiazolydin-Thiazolin- usw. Formen) bekannt sind, wodurch seine vielseitige Rolle verständlich wird. Wir wissen, dass das *Glutathion* gewisse Proteine zu reduzieren und dadurch zu aktivieren imstande ist (6). Nachdem die Reduziertheit — und damit der Grad des Reduktionsvermögens des GSH vom Redoxpotential des Gewebes abhängig ist, spielt es auch in den Prozessen der Zellatmung eine bedeutende Rolle (1). Die Veränderung des *Glutaminsäure*-, *Cystein*- und *Glykokollniveaus* scheint mit der quantitativen Zunahme des *Glutathione* in Zusammenhang zu bringen zu sein.

Zusammenfassung

1. Mit Hilfe papierchromatographische Untersuchungen wurde der Gehalt der Knollen der *Kisvárdaer* und *Ella*-Kartoffelsorten an freien Aminosäuren in den einzelnen Phasen der Jarowisation im apikalen, im Gürtel-, im basalen und im »Herz«-teil der Knollen geprüft. Trotz der verschiedenen Knollensorten und ungeachtet der abweichenden Austreibungsfähigkeit — infolge der bipolaren Struktur der Knollen — zeigte die Zusammensetzung der Aminosäuren

keine qualitativen Unterschiede.

2. An Hand von eindimensionalen Chromatogrammen konnten die abgeordneten Flecke von *Leucin*, *Isoleucin*, *Tyrosin*, *Prolin*, *Glutathion* und *Asparaginsäure*, sowie auch die Flecken des *Phenylalanin-Methionin*-, des *Tryptophan-Valin-Aminobuttersäure*-, des *Alanin-Threonin*-, des *Glutaminsäure-Glykokoll*-, des *Arginin-Asparagin-Histidin*- und schliesslich des *Lysin*- und *Cysteinkomplexes* nachgewiesen werden.

3. Mit fortschreitender Jarowisation ist — im Verhältnis zu den Kontrollknollen — eine quantitative Veränderung der freien Aminosäuren zu beobachten, welche nicht nur in der Nähe der Sprosse, sondern im ganzen Querschnitt der Knolle mit annähernd gleicher Intensität vor sich geht.

4. Für den freien Aminosäurestoffwechsel der Knollen ist in erster Linie die dominierende Menge der *Tryptophan-Valin-Aminobuttersäure*-, des *Glutaminsäure-Glutathion-Asparaginsäure*- sowie des *Arginin-Asparagin-Histidin*-komplexe charakteristisch.

5. Die Menge der verschiedenen Aminosäuren ist während der Keimung in den einzelnen Sektoren verändert.

Schrifttum

- (1) Barron, E. S. G.: Adv. Enzymol, **11**, 201 (1951).
- (2) Cramer, Fr.: Papierchromatographie. Weinheim, (1954).
- (3) Dent, C. E.—W. Stepka and F. C. Steward: Nature (London) **160**, 682 (1947).
- (4) Fejér, D.: A gyökerek élettani tevékenysége, különös tekintettel a kénfartalmú származékokra. Diss. Budapest 1957.
- (5) Ganguli, N. C.: Naturwiss. **41**, 282 (1954).
- (6) Hopkins, F. G.: Biochem. J. **19**, 787 (1925).
- (7) Irion, W. und O. Fischnich: Zeitschr. f. Pfl. ernährung, **59**, 248 (1952).
- (8) Kaverau, E. and T. Wieland: Nature (Lond.) **168**, 77 (1951).
- (9) Keser, M.: Planta, **45**, 94—105 (1955).
- (10) Madan, Lal, Ch.: Planta, **47**, 53 (1956).
- (11) Matthias, W.: Naturwiss. **41**, 17 (1954).
- (12) Szalai, I.: Acta Biol. Szeged, **3**, 33 (1957).
- (13) Szalai, I.: Acta Biol. Szeged, **3**, 51 (1957).
- (14) Caraposa, H. A.: К вопросу о содержании аминокислот в свежееубраанных клубнях картофеля при нарушении покоя. Физиол. Раст. Москва, **2**, 529—532 (1955).
- (15) Virtanen, A. I.: Angew. Chem. **67**, 381 (1955).

CHANGE OF BONDED AND FREE TRYPTOPHAN CONTENT IN TUBERS OF GERMINATING POTATOES

(Physiological study of the potatoes X)

By
I. SZALAI

Institute for Plant Physiology of the University of Szeged.

(Received 6, June, 1957)

It has been demonstrated by several investigators (LEFÉVRE 1938, LINSER 1938 and 1939, BERGER and AVERY 1944, LARSEN 1944 etc.) that about 70% of the total growth substance of plants poor in such substances and of plant organs consist of indol-like substances. LINSER, MAYR, MASCHER (1955) found several compound of indol structure in the cabbage species all occurring during the tryptophan metabolism. The tryptophan, with very slight reduction, yields partly decomposition products of growth substance character, partly of other nature.

The aim of our studies was to establish how is the relation of the free and bonded tryptophan in certain parts of the tuber, as a precursor of the indol growth substances, changing during the germination.

«Rose» of Kisvárdá was used in our experiments. The tubers were germinated («jarovised») at 20 °C, in humid atmosphere, with constant light and every seven days (on the days 1., 8., 15., 22., and 29. reckoned from the beginning of the experiment) they were cut into 4 parts according to the bipolar structure of the tuber (A = apical, B = girdl, C = basal and D = kernel or heart part (Fig.). The bonded and free tryptophan of each segment was determined by ROTHS' (6) method. The tuber segments were pulped, extracted with trichloric acetic acid and centrifuged. The decanted solution contained the free tryptophan, the solid phase contained the bonded one. Separately in each phase the concomitant substances were reduced to pulp and the yellow coloured, nitrated derivative were photometered in 3 cm. Ø cuvette, in three parallel runs, with S₄₃ filter.

Results and summary

The results may be examined from three different points of view, namely: the change of the bonded and free tryptophan separately in the single segments; the quantitative change of the total-tryptophan; and finally the formation of total-tryptophan content of the tubers in the single phases of the germination. (Fig. 1).

The free tryptophan content (Fig.) in the A, C and D segments is highest on the 8. day of the germination, then it diminishes, in the segments A and C, however, a second, smaller maximum appears on the 22. day. The free tryptophan content of the segment B remains almost unchanged during the entire

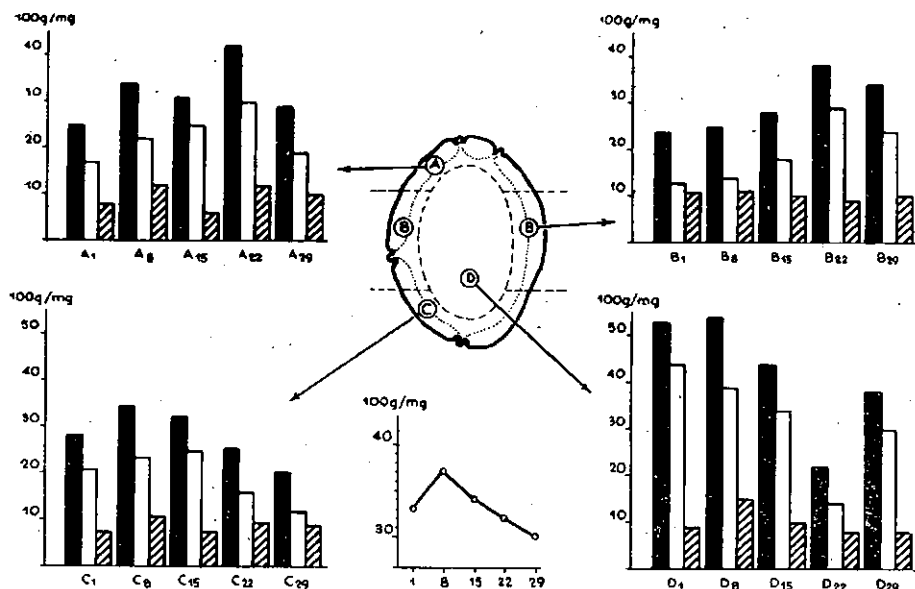


Fig. 1. Bonded (white)-, free (lined) and total-tryptophan (black) content in the single segment of the tubers.

germinative process with a slight tendency to decrease. The quantity of the bonded tryptophan in the segments A and B increases up to the 22. day, then decreases. This decrease in the segment C can be noted already from the 22. day. The bonded tryptophan content is the highest in the segment D and is gradually decreasing from the onset of the germination, on the 29. day, however, an other rise can be observed.

As the significant quantity of the tryptophan is present in bonded form, the curves showing the formation of the total-tryptophan content run parallel with those of the bonded tryptophan. Taking the total-tryptophan content of the tubers in a lump, we may state that its quantity increases only in the first week of the germination, later constantly decreases. From the view-point of origin of the indol-structured compounds possessing the growth substance first and foremost the free tryptophan may be taken into consideration, and so it has to be primarily regarded at the developmental rate of the buds. The quantitative formation of the bonded tryptophan concerns us but indirectly, inasmuch as it may be assumed that the decrease of its quantity — in many instances significant — observed during the germination bears upon the level formation of the free tryptophan. At any rate the reduction of the quantity of the bonded tryptophan in the single segments may be ascri-

bed to its being transformed into free tryptophan which turning partly to decomposition products with growth-substance properties, gets in other parts of the tuber wherein is stored as free tryptophan or is being again used in secondary synthesis.

From the curves can be ascertained as follows:

1. The total-tryptophan content of the tubers increases during the first week of the germination followed by a gradual decrease (in the Fig. lined graph) which indicates that the tryptophan is really decomposed, utilized respectively during the tryptophan metabolism.

2. A considerable part of the tryptophan content of the tubers is formed by the bonded tryptophan.

3. Most of the bonded tryptophan is to be found in the heart (or kernel) of the tuber (*D* segment) the marked reduction of which, in view of the increasing quantity of the segments *A* and *B*, can be primarily interpreted by the fact that the indol of the growth-substances needed for the germination derives from here. Consequently the heart part of the tuber, as a tryptophan-reservoir, plays a considerable role — indirectly though — in the formation of the indol compounds required to develop the buds.

4. The significant increase of the bonded tryptophan content in the segments *A* and *B* can be explained so that the greater part of the free tryptophan released from the segment *D* may again infiltrate in the polipeptid chains. That is, the centrifugal migration of the free tryptophan is to be assumed. The quantitative increase of the bonded tryptophane of the segment *C* is so slight at the beginning of the germination that within the tuber a basifugal migration can not be assumed.

5. The slight quantitative fluctuation of the free tryptophan is unexpected, somewhat surprising. The curves clearly show that in the single segments there is a closely identical, permanent level, and to form the growth substances the molecules released from the bonded tryptophan are probably directly utilized: To wit, the rate of the release of the bonded tryptophan — supposing a more probable relation of the cause and effect — is dependent upon that of the utilization concerning both the growth substances and the secondary synthesis.

6. In the heart part of the tuber where there is no immediate utilization, the free tryptophan content tends also to decrease.

References

- (1) Avery, G. S. and J. Berger: Tryptophan and phytohormone precursors. *Science*, 98, 513—515 (1943).
- (2) Berger, J.—G. S. Avery: Isolation of an auxin precursor and an auxin (indol-acetic acid) from Maize. *Amer. J. Bot.* 31, 199—203 (1944).
- (3) Larsen, P.: 3-indol-acetaldehyde as a growth hormone in higher plants. *Dansk bot. Ark.* 11, 1—123 (1944).
- (4) Lefèvre, J.: Sur la présence normale d'acides indoliques et particulièrement de l'acide indol-3-acétique dans diverses plantes supérieures. *C. r. Acad. Sci. Paris* 206, 1675—1677 (1938).

- (5) Linser, H.—H. Mayr—F. Maschek: Papierkromatographie von zellstreckend wirkenden Indolkörpern aus Brassica-Arten. *Planta* Bd. 44, 103—120 (1954).
- (6) Roth, H.: Die Bestimmung des freien und gebundenen Tryptophans in Pflanzen. *Angew. Chem.* 52, 149—151 (1939).
- (7) Szalai, I.: Die Verteilung der freien Aminosäuren in Kartoffelknollen und ihre Beeinflussung durch »Jarowisation« II. Papirchromatographische Untersuchungen der freien Aminosäuren des Kartoffelsaftes. *Acta Biol. Szeged*, 3, 41 (1957).

PARS ZOOLOGICA

HYDROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AM ÖSTLICHEN TEILE DES BÜKK—GEBIRGES

Von

A. ÁBRAHÁM, F. BICZÓK und J. MEGYER

Aus dem Institut für Allgemeine Biologie und Zoologie der Universität Szeged
(Eingegangen am 5. Juni, 1957)

Wir haben zu zwei verschiedenen Zeitpunkten (11.—19. VII. 1954 und 8.—16. VII. 1955) den zwischen *Ómassa* und *Miskolc* sich ausbreitenden Teil des *Bükk*-Gebirges aufgesucht, um unsere Studien auf diesen an Oberflächengewässern reichen und abwechslungsreichen Gebieten des *Bükk*-Gebirges fortzusetzen. Auch jetzt haben wir, ebenso wie anlässlich unserer früheren Untersuchungen (4—7) die Wasserfauna (*Protozoen*, *Turbellarien*, *Rotatorien*, *Crustaceen*) der Quellen und Bäche, sowie auch der verschiedenartigen stehenden Gewässer untersucht. Ausser dem Bestreben, durch Herbeischaffen faunistischer Daten zur Kenntnis der ungarischen Grundfauna beizutragen, beabsichtigten wir durch grundlegendste oikologische Beobachtungen auch die Verbreitung und Vermehrung der einzelnen Arten beeinflussenden Faktoren zu beleuchten. Die innerhalb relativ kurzer Zeit durchgeführten Untersuchungen der sich auf ein grosses Gebiet erstreckenden Gewässer mit ihren verschiedenen hydrographischen Gegebenheiten ermöglichte einen Vergleich der Tierwelt der verschiedenen Typen angehörenden Oberflächengewässer. Weitere Vergleichsmöglichkeiten bot der Umstand, dass wir das gleiche Gebiet nach Ablauf eines Jahres erneut durchforschen konnten.

Mit diesem Teil des *Bükk*-Gebirges befassen sich zahlreiche geologische, hydrogeologische und hydrographische Studien. Mehrere wertvolle Arbeiten behandeln das Problem der Wasserversorgung der Stadt *Miskolc* bzw. der umliegenden Industriebezirke und der Säuberung der Abwässer der grossen Industrieanlagen. Ausser diesen bedeutsamen, vom Gesichtspunkte des praktischen Lebens wichtigen Untersuchungen hat man dem hydrobiologischen Studium dieses Gebietes bisher wenig Aufmerksamkeit gewidmet (12, 13). Unsere Untersuchungen sollen deshalb gleichzeitig ein Versuch zur Ausfüllung dieser Lücke sein.

Die für den Hydrobiologen wichtigen Daten haben wir ausser aus eigenen Beobachtungen den erwähnten Studien entnommen (9, 10, 11, 15, 16, 19). Die hydrochemischen Analysen (pH 8,0₂-Gehalt) wurden von A. STAMMER mit der MAUCHASCHEN Methode an Ort und Stelle durchgeführt. Die Bestimmung der Rotatorien zu überprüfen und zu revidieren hatte L. VARGA die Liebesswürdigkeit, der uns ausserdem

auch einige auf das Plankton des *Hámori*-Sees bezügliche Angaben zur Verfügung stellte. Die Amphipoden hat M. STRASKRAB (Prag) determiniert. Eine vielseitige Hilfe bei der Sammlung des Materials hat uns I. HORVÁTH geleistet. Für die wertvolle Hilfe möchten wir auch an dieser Stelle unseren Dank aussprechen.

Wie das ganze *Bükk*-Gebirge, so wird auch der von uns untersuchte östliche Teil von den abwechslungsreichen Gebilden des Oberen Carbon, des Perm bzw. der unteren und mittleren Trias aufgebaut (15) (Abb. 1.) Entsprechend seinem petrographischen Aufbau hat das Gebiet grösstenteils karstartiges Gepräge. Eine natürliche Folge davon ist, dass seine Quellen fast ausnahmslos Karstquellen darstellen, die entsprechend ihrem Charakter meistens

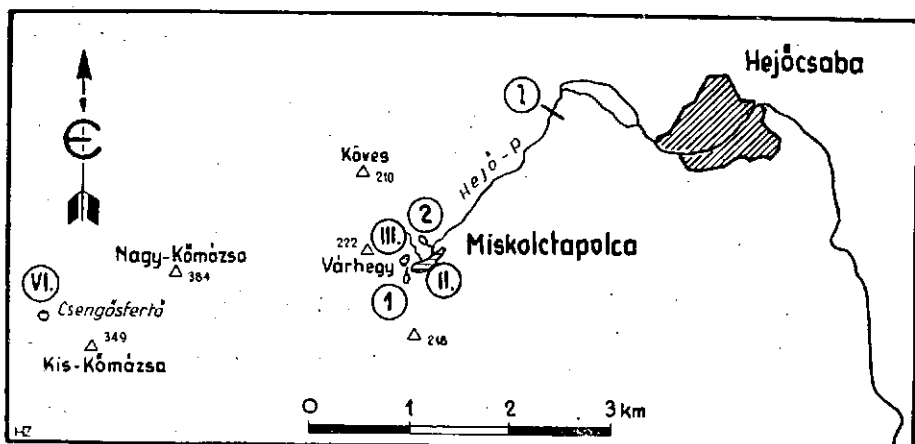


Abb. 2.: Wassersystem des Hejő-Baches. 1—2: die untersuchten Quellen. II, III, VI: stehende Gewässer. 1: Stellen der Probenentnahme

wasserreich sind, deren Wasserertrag aber in Abhängigkeit von den Niederschlagsmengen ein schwankender ist. Die Quellen werden — mit Ausnahme der heissen Quellen von *Miskolctapolca* — von dem aus den Kalksteinmassen des *Bükk*-Gebirges hervordringenden Karstwasser gespeist und haben deshalb kaltes Wasser (9—11,5 °C).

Der grösste Teil der Quellen des östlichen *Bükk*-Gebirges wird von der *Szinva* und ihrem Nebenbache, dem *Garadna*-Baches gesammelt und in den *Sajó* befördert. Das Wasser der *Miskolctapolca*er Thermalquellen sammelt der *Hejő*-Bach, um es dem *Tisza* zuzuführen.

Das grösste und bedeutendste stehende Gewässer des östlichen *Bükk*-Gebirges ist der das Wasser des *Garadna*-Baches aufnehmende, durch eine Talsperre angelegte *Hámori*-See. Ausser diesem sind als grössere Stillgewässer die im Tale des *Garadna* errichteten Fischteiche zu nennen. Die Untersuchung des *Hámori*-Sees und der Fischteiche des mittleren *Garadna*-Baches ist auch in Anbetracht der angewandten limnologischen Gesichtspunkte eine beachtenswerte Aufgabe. Faunistisch und limnologisch interessante Stillwässer sind der Bootsteich und die Badebassins in *Miskolctapolca*. Abschliessend haben wir die Untersuchung der Oberflächengewässer — ausschliesslich unter faunistischer Zielsetzung — durch Bestimmungen aus Wasserproben aus der an der Grenze von *Bükkszentlélek* gefundenen Betonzysterne und aus einem Waldtümpel ergänzt.

Das System der 1954—1955 im östlichen Bükk-Gebirge untersuchten Oberflächen-gewässer und die Orte der Probenentnahme sind in Abb. 2. und 3. dargestellt (1—14 = Quellen, I—VIII = stehende Gewässer, a—1 = Sammelorte der aus dem Bache entnommenen Wasserproben).

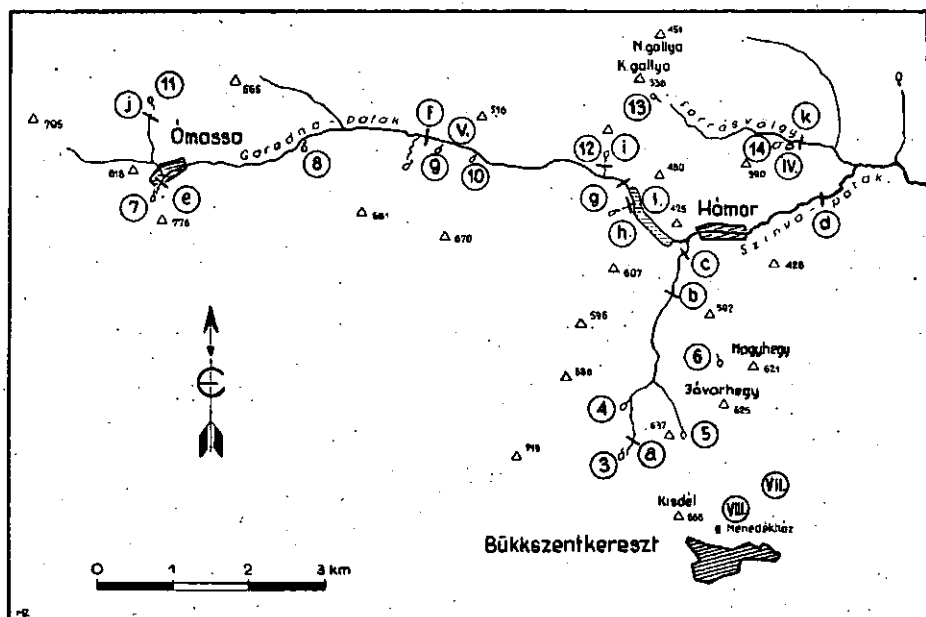


Abb. 3.: Wassersystem des Szinva-Baches. 3—14. Quellen. I, IV, V, VII und VIII: stehende Gewässer. a—k: Bäche (Stellen der Probenentnahme)

Limnologische Verhältnisse

Quellen

1. *Die Quellen der Miskolctapolcaer Teichgrotte.* Hinter dem *Miskolctapolcaer* Heilbad sprudeln am Grunde der am Fusse des *Vár-Berges* sich auftuenden Grotten, entlang der NO—SW-lichen Bruchlinie des aus der mittleren Trias stammenden Kalksteins, aus grösserer Tiefe Quellen mit lauwarmem Wasser (21—31 °C) hervor. Ihre Höhe über dem Meeresspiegel (ü. M.) beträgt 140 m. Sie sind lauwarm-karstigen Charakters und sehr wasserreich. Ihr Wasserertrag schwankt zwischen 164 und 370 l/s. Das Wasser dieser Quellen sammelt sich in der Grotte an, dort einen Teich von 0,5—1 m Tiefe bildend, dessen überfließendes Wasser von dem *Hejő-Bach* abgeleitet wird. Zur Zeit unserer Untersuchungen waren die Quellen nicht erreichbar bzw. zugänglich, so dass Proben nur am Eingang der Grotte entnommen werden konnten. Das Wasser des Teiches deckte dunkelfarbener Schaum, darunter war das Wasser klar und durchsichtig. Wassertemperatur (Wt.) 23,5 °C, Lufttemperatur (Lt.) gleichzeitig 19,5 °C, pH: 6,58, O_2 : 7,13 mg/l.

Aus dem Wasser dieses Teiches konnten einige Exemplare der folgenden Arten gesammelt werden: *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Candona paralela* G. W. Müller, *Megacyclops viridis* Jurine und *Viguiereella coeca* Maupas.

Faunistisch interessant ist das Vorkommen von *Viguirella coeca* Maupas, welche Art in Ungarn bisher unbekannt war.

2. Die vor dem Strandbad von Miskolctapolca gelegenen Quellen. In dem zwischen der Autostrasse und dem Strandbad sich ausbreitenden Park befindet sich ein »Teich« von etwa 20—30 m² Ausdehnung, an dessen der Asphaltstrasse zugekehrten, sanft abfallendem Ufer an mehreren Stellen, und desgleichen auch am Boden das lauwarne Karstwasser hervorsiekt (130 m ü. M.). In hydrographischer Hinsicht ähneln die hier hervortretenden Quellen denen der Teichgrotte, d. h. auch hier handelt es sich um lauwarmen Tiefkarstquellen. Den Boden des »Teiches« bedeckt lockerer Schlamm; dort wo die Quellen hervorbrechen, bilden grober Sand und Steine den Grund. Das bis auf den Grund durchsichtige Wasser hat eine Tiefe von 50—100 cm. Stellenweise wachsen im Wasser der Quelltümpel *Nymphaea rubra* Roxe und Fadenalgen. Das übertretende Wasser fließt in einem gemauerten Kanal dem Hejő-Bache zu. Wt.: 26 °C, Lt.: 29 °C. pH: 7,09. O₂: 7,95 mg/l. Die Tatsache, dass das Wasser dieses künstlichen Teiches sich in Bewegung befindet, beweist, dass dieser kleine Teich in Wirklichkeit ein Quelltümpel ist.

Die Arten- und Individuenzahl seiner Faunenelemente gestaltet sich reicher als die der Quellen, weil sein Wasser stellenweise stagniert und sich an diesen Stellen eine Makrovegetation angesiedelt hat. Zur Zeit unserer Sammlungen stellten wir folgende Arten fest: *Lepadella quinquecostata* Lucks, *Diurella brachyura* Gosse, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Candona parallela* G. W. Müller, *Macrocyclus albidus* Jurine, *Microcyclus bicolor* G. O. Sars.



Abb. 4.: Obere Quelle der Szinva

3. Obere Quelle der Szinva. 355 m ü. M. Die Quelle entspringt nahe der nach Lillafüred führenden Kunststrasse an der Grenzstelle von porphyroidem und ladinisch-hornsteinigem Kalkstein. Sie ist nicht karstigen Charakters und auch nicht wasserreich (Wasserertrag 19,7 l/s). Das Quellbecken ist nicht ausgemauert, das

Wasser quillt zwischen Steinen hervor (Abb. 4) und strömt im steinbedeckten Bette weiter. Das Quellgebiet ist dauernd beschattet. Wt.: 9,8 °C, Lt.: 18 °C. pH: 6,91. O₂: 9,18 mg/l.

In dem unterhalb des Quellaustrittes angestauten Wasser und dem von den Steinen abgehobenen Moose kamen folgende Arten zum Vorschein: *Diffugia* sp., *Trinema lineare* Pén., *Polycelis cornuta* Johnson und *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *pulex fossarum* Koch, sowie *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *balcanicus* Schäferna.

4. *Untere Quelle der Szinva*. 340 m ü. M. Neben und unter der nach Lillafüred führenden Autobahn, aus dem Kalkstein der oberen ladinischen Stufe hervortretende, kalte Karstquelle mit ständigem Wasserbestand. Ein Teil der Quellen-Gruppe ist mit einem Betongehäuse versehen. Das so gespeicherte Wasser versorgt das Palota-Hotel von Lillafüred. Der grössere Teil das Wassers fliesst unter und neben der Betonfassung weiter und liefert die bedeutendere Wassermasse des Szinva-Baches. Der Wasserertrag unterliegt — je nach den Niederschlagsmengen — beträchtlichen Schwankungen: 21,7 — 2783 l/s. Wt.: 10 °C, Lt.: 18 °C, pH: 6,91, O₂: 9,21 mg/l.

In den Wasserproben, die ausserhalb der Einfassung gewonnen wurden, fanden wir folgende Arten: *Polycelis cornuta* Johnson, *Gordius aquaticus* L., *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *pulex fossarum* Koch und *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *balcanicus* Schäferna.

5. *Namenlose Quelle*. Entspringt am oberen Teile des zwischen dem Kerek- und dem Javor-Berge sich hinziehenden Tales. Das Wasser wird durch einen sich durch das Tal windenden Bach in die Szinva abgeleitet. 530 m ü. M. Die Quelle siekert an der Berührungslinie des hellgrauen Hochland-Kalksteins und des porphyroiden Kalksteines hervor. Der Wasserertrag ist unmessbar gering. Das Wasser sammelt sich in einem mit Fallaub bedeckten kleinen Tümpel und fliesst von dort weiter. Wt.: 9 °C, Lt.: 10 °C, pH: 6,8.

Aus dem frisch hervorsprudelnden Wasser konnten Protozoen nicht nachgewiesen werden, während in dem neben dem Abfluss befindlichen Moose ziemlich reichlich Testaceen lebten, und zwar: *Centropyxis constricta* Defl., *arcelloides* Pén., *aculeata* v. *discoidea* Pén., *Cyphoderia margaritacea* Ehrbg., *Diffugia pyriformis* Perty, *Nebela collaris* Leidy., *Quadrula irregularis* Archer., *Euglyphis alveolata* Duj., *Sphenoderia dentata* Pén., *Schwabia regularis* Jung und *Trinema lineare* Pén. Ferner wurde in dem kleinen Tümpel der Quelle auch das Vorkommen von *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller beobachtet.

Aus dem den Steinen des Quellbettes anhaftenden Moose kamen einige Exemplare des *Bryocamptus weberi* Kessler zum Vorschein. In den Tümpeln der Quelle lebten in ziemlich grosser Individuenzahl *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *pulex fossarum* Koch.

6. *Szt. István-Quelle*. Eine in der Nähe der Fehérkölpaer Schutzhütte gelegene, eingefasste Quelle mit geringem Wasserertrag (Abb. 5). Aus dem kleinen, etwa 50 cm tiefen Becken der Fassung fliesst nur wenig Wasser weiter, um in der Umgebung der Quelle kleinere oder grössere Tümpel zu bilden und dann spurlos zu verschwinden. Wt.: 11,5 °C, Lt.: 21 °C, pH: 6,58, O₂: 7,46 mg/l.

Aus dem Quellwasser konnten gesammelt werden: *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller, *Candona parallela* G. W. Müller, *Ilyodromus olivaceus* Brady et Norman und *Megacyclops viridis* Jurine. In den wenige cm tiefen Tümpeln

zwischen den Pflanzen hinter der Quelle lebten: *Trinema lineare* Pén., *Arcella discoides* Ehrbg., *Centropyxis constricta* Defl., *Lepadella patella* O. F. Müller, *Candona parallela* G. W. Müller, *Cypria ophthalmica* Jurine und *Eucypris zenkeri* Chyzer.



Abb. 5.: Szt. István-Quelle

7. *Garadna-Quelle*. Dringt unterhalb der südlich von Ómassa am Jávör-Berge erbauten Strasse durch die Dolomit-Schieferschichten aus der unteren Trias an die Oberfläche. 490 m ü. M. Vor nicht allzu langer Zeit hat man der Quelle eine Betonfassung gegeben und heute braust ihr Wasser durch ein weites Betonrohr in den es weiter befördernden *Garadna-Bach* (Abb. 6). Infolge des hier noch starken Gefälles rinnt das Wasser mit beträchtlicher Schnelle gen Ómassa herab. Die *Garadna-Quelle* ist eine der wasserreichsten Quellen des Bükk-Gebirges mit einem Wasserertrag von 310 l/s. Dauernde Karstquelle mit kaltem Wasser. Wt.: 9,5 °C, Lt.: 19 °C, pH: 7,0, O_2 : 9,24 mg/l.

Die grossen Wassermassen stürzen mit hoher Geschwindigkeit zwischen den ziemlich grossen Steinen abwärts, deshalb war ein aktives Protozoenleben nur an der geschützteren, der Strömung abgewendeten Seite an stilleren Stellen, insbesondere in und unter den aus dem Wasser hervorragenden Moosrasen zu beobachten. Lehrreiche Resultate erhielten wir an Moosrasenstücken in kaum 2,5—3 m Entfernung vom Quellaustritt in der starken Strömung. Hier konnten *Amoeba beryllifera* Pén., *verrucosa* Ehrbg., *vitrea* Hertw.-Less., *Centropyxis aculeata* Stein, *Cryptodiffugia oviformis* Pén., *Trinema lineare* Pén., *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller, *Cyclidium* sp., *Chilodonella uncinata* Ehrbg. und *Euplotes* sp. nachgewiesen werden. *Euplotes* sp. steht der *E. affinis*-Form von Duj. nahe.

In der Uferregion der Quelle, in dem moosbestandenen, langsamer fließenden Wasser kamen neben *Dactylosphaerium radiosum* Bütschli, *Euglypha alveolata* Duj., *Centropyxis aculeata* Stein, *constricta* Defl. und *Actinophrys vesiculata* Pén. auch *Cyclidium citrullus* Cohn, *Drepanomonas revoluta* Pén. und *Halteria grandinella* O. F. Müller zum Vorschein. Unter dem im Wasser

befindlichen Moos lebten *Trinema lineare* Pén. und *enchelys* Leidy. Von *Metopus* es O. F. Müller trafen wir in dem Moosmaterial lediglich zwei Exemplare an, die Gestalt des Tieres erinnerte eher an die *pulcher*-Form Kahls.

Zwischen und unter den vom abwärtsschnellenden Wasser umspülten Steinen leben *Polycelis cornuta* Johnson, *Crenobia alpina* Dana und *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *pulex fossarum* Koch.



Abb. 6.: Garadna-Quelle

8. *Namenlose Quelle an der Endstation der Waldeisenbahn von Garadna.* Diese wasserarme Karstquelle dringt aus dem tonschieferhaltigen grauen Kalkstein ins Freie. 400 m ü. M. Wt.: 9,5 °C, pH: 7,09, O₂: 7,75 mg/l.

Hier lebten relativ zahlreich *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller, während *Blepharisma hyalinum* Perty, *Glaucoma scintillans* Ehrbg., *Lionotus* sp. und von den Testaceen *Diffugia fallax* Pén. und *Centropyxis constricta* Defl. in geringer Individuenzahl gefunden wurden. Diese Arten kamen hauptsächlich in dem an morschen Baumresten reicheren Detritus zum Vorschein.

In dem Wasser der Quelle und auch in dem dieses ableitenden Rieselbach sind *Polycelis cornuta* Johnson und *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *pulex fossarum* Koch in hoher Individuenzahl anzutreffen.

9. *Margit-Quelle.* In der Nähe der Forellenfischerei gelegene, aus dem Dolomit der mittleren Trias hervorbrechende kalte Karstquelle, die mit einer Betonfassung überbaut wurde (Abb. 7). 350 m ü. M. Wasserertrag: 21,6—108,2 l/s, Wt.: 9,0 °C, Lt.: 24 °C, pH: 7,18, O₂: 8,87 mg/l. Das Wasser wird zur Deckung des Wasserbedarfes der Forellenfischerei verwendet und von dort in den *Garadna*-Bach abgeleitet.

In dem Quellwasser kommen *Crenobia alpina* Dana und *Polycelis cornuta* Johnson gemeinsam vor, letztere in bedeutend geringerer Individuenzahl. Ein ähnliches Verhältnis zeigten die *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *pulex fossarum* Koch- und *balcanicus* Schäferna- Populationen, hier war die letztere Art in grösserer Individuenzahl vertreten.

Das im Quellbecken befindliche Moos enthält als häufige Arten *Hypotrichen* und *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller. Sporadisch kamen auch *Glaucoma scintillans* Ehrbg., *macrostoma* Schow. und *Chilodonella uncinata* Ehrbg. zum Vorschein.

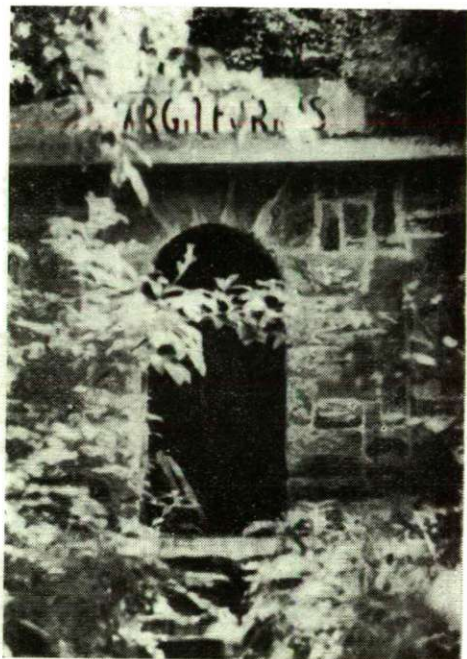


Abb. 7.: Margit-Quelle

10. Namenlose Quelle in der Nähe der Ur-Schmelzhütte. Überdeckte Quelle in unmittelbarer Nähe des Garadna-Baches (Abb. 8). Das in der Fassung sich sammelnde Wasser wird von den Einwohnern der Umgebung als Trinkwasser benutzt. Es sprudelt aus dem Dolomit-Gestein der mittleren Trias hervor. 330 m ü. M. Kaltwässerige Karstquelle mit geringem Wasserertrag. Wt.: 13 °C, Lt.: 29 °C, pH: 7,18, O₂: 7,88 mg/l.

Das klare Wasser dieser Quelle ist arm an *Rhizopodenarten*, von denen lediglich *Sphenoderia dentata* Pén. und *Cyphoderia margaritacea* Ehrbg. zur Beobachtung gelangten. Im Moosrasen des Ufers leben ziemlich reichlich *Ciliaten*. Besonders häufig waren die *Hypotrichen*-Arten und *Glaucoma scintillans* Ehrbg., während *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller, *Paramecium caudatum* Ehrbg., *Colpoda inflata* Stokes, *Nassula picta* Pén. und eine *Euplotes* sp. nur vereinzelt anzutreffen waren.

Augenfällig offenbart sich in der Fauna dieser brunnenartigen Quelle die Wirkung der Temperatur und des stagnierenden Charakters des Wassers, da nämlich neben einigen Exemplaren der für die kalten Karstquellen typischen *Polycelis cornuta* Johnson hier zahlreiche *Euplanaria gonocephala* Dugés leben. Ebenso ist *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *pulex fossarum* Koch in den Hinter-

grund gedrängt, während *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* Gervais in grösserer Individuenzahl vorkommt. Die Anwesenheit der letzteren Art in Quellgewässern ist ziemlich selten. Endlich wurden in dieser Quelle auch noch einige Exemplare von *Megacyclops viridis* Jurine und *Potamocypris wolfi* Brehm gefunden.

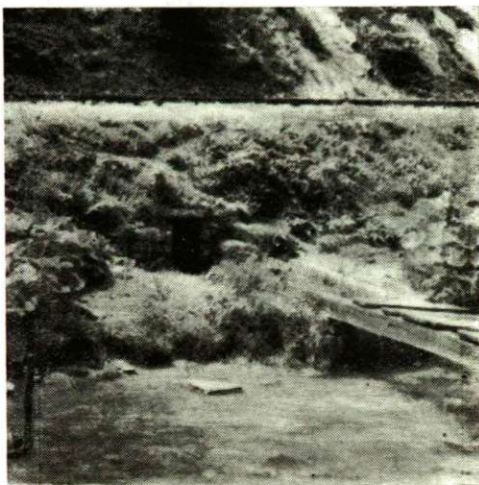


Abb. 8.: Namenlose Quelle in der Nähe der Ur-Schmelzhütte

11. *Szentléleki Quelle*. In der Nähe der Klosterruine von *Bükkszentlélek* aus dem Tonschiefer entspringende, ziemlich wasserreiche, nicht karstige Quelle 690 m ü. M. Das in dem Becken gestaute Wasser fliesst durch ein Rohr aus der über der Quelle errichteten Betonfassung ab. Wasserertrag: 22,2 l/s, Wt.: 10 °C, Lt.: 22 °C, pH: 7,09, 0₂: 7,75 mg/l. Das überfliessende Wasser des Quellbrunnens wird von einem kleinen Bächlein ins *Garadna*-Tal geleitet, versiegt aber, bevor es noch den *Garadna*-Bach erreichen könnte, im Kalkstein.

Die Quelle wird von zahlreichen Ausflüglern aufgesucht und ist daher bald nach ihrem Ursprung ziemlich verunreinigt. Eine natürliche Folge davon ist, dass hier die detritusliebenden Arten (*Euplotes moebius* Kahl) dominieren. Von den *Ciliaten* wurden wir in unmittelbarer Nähe der Quelle nur *Blepharisma elongatum* Stokes und *Vorticella microstoma* Ehrbg. gewahr. In ziemlich hoher Individuenzahl fanden sich dagegen die folgenden Testaceen: *Arcella vulgaris* Ehrbg., *Centropyxis lata* Jung, *constricta* Defl., *Diffugia fallax* Pén., *globulosa* Duj., *Sphenoderia dentata* Pén., *Euglypha alveolata* Duj. und *Trinema lineare* Pén. Von den schalenlosen Amöben kamen *Dactylosphaerium radiosum* Bütschli und *Amoeba fluida* Gruber vor.

Aus den Quellwasser wurden auch einige geschlechtsreife *Eucyclops serrulatus* Fischer-Exemplare und *Ostracoda*-Schalen eingeholt und aus den am Wasserrande befindlichen Moosrasen kamen einige *Bryocamptus zschokkei* Schmeil und *Bryocamptus weberi* Kessler zum Vorschein.

12. *Lencsés-Quelle*. An dem vom nördlichen Ende des *Hámori*-Sees, am Abhange des *Dolka*-Berges aufwärtsführenden Weges gelegene, eingefasste Quelle 370 m ü. M.

Die Quelle tritt aus dem wenig Tonschiefer enthaltenden grauen Kalksteingebiet hervor. Wasserertrag gering. Wt.: 10,2 °C, Lt.: 17 °C, pH: 7,18, O₂: 7,61 mg/l. Das Wasser rinnt am Hange des *Dolka-Berges* dem *Garadna-Tale* zu.

In dem an der Ausflusstelle aus dem Eisenrohr entstandenen Tümpel wurden folgende Arten gesammelt: *Polycelis cornuta* Johnson, *Ceriodaphnia quadrangula* var. *hamata* G. O. Sars, *Cypria ophthalmica* Jurine, *Eucypris zenkeri* Chyzer, *Eucyclops serrulatus* Fischer, *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch.

13. *Felső-Quelle*. Am oberen Ende des *Forrás-Tales*, zwischen den Bergen *Kis Galya* und *Kaszás*, entspringt aus hellem Trias-Kalkstein diese wasserreiche Quelle 340 m ü. M. Sie ist in einen Betonbau eingefasst (Abb. 9). Wasserertrag: 7,2 l/s, Wt.: 10 °C, Lt.: 21 °C, pH: 7,14, O₂: 8,21 mg/l. Der grösste Teil des Wassers wird für Industrierzwecke abgeleitet. Am Grunde des die Fassung bildenden Betonumbaus fliesst in einem dicken Rohr das überflüssige Wasser ab. Hier bot sich Gelegenheit, Sammlungen zur Ermittlung der Quell-Fauna anzustellen.



Abb. 9.: *Felső-Quelle*

Die Umgebung des Ausflussgebietes ist arm an *Testaceen*. Ausser *Trinema lineare* Pén. konnte nur *Diffugia globulosa* Duj. nachgewiesen werden. Von den *Ciliaten* erwiesen sich *Colpidium colpoda* Stein und eine *Oxytrichen* sp. als häufiger, welch letztere *Colpidien* in unzähliger Menge vernichtete. Im Moose fanden sich sporadisch *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller, *Chilodonella uncinata* Ehrbg., *Euplotes moebius* Kahl und *Lionotus* sp.

Ausser den Protozoen kamen *Polycelis cornuta* Johnson und *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch zur Beobachtung.

14. *Királykút*. Am Eingang des *Forrás-Tales*, in der Nähe des Försterhauses gelegene karstige Quelle (240 m ü. M.), deren Wasser aus dem Tonschiefer der unteren Trias hervorsprudelt. Das Wasser ist in aufeinandergeschichteten Betonringen brunnenartig gespeichert und mit einem Holzdeckel zugedeckt (Abb. 10), so dass es vollkommen im Dunkeln ist. Es hat hier eine Tiefe von 1,5 m und fliesst nun in ein



Abb. 10.: *Királykút*

Betonbecken von etwa $25 \times 25 \times 2$ m Ausdehnung. Das aus dem Becken überfließende Wasser bildet ein kleines Bächlein, welches sich mit dem Bache des *Csányik-Tales* vereinigt und das Quellwasser der *Szinva* zuführt. Nach SCRÉTER (15) ist die *Királykút* nichts anderes, als das erneute Auftauchen des Wassers der *Felső-Quelle*. Ihr Sammelgebiet ist klein und ihr Wasserertrag gering und schwankend (0,4—1,9 l/s), Wt.: 9 °C, Lt.: 18 °C, pH: 6,81.

In diesem stets im Dunkeln liegenden Wasser konnten *Testudinella patina* Hermann, *Eucyclops serrulatus* Fischer und eine *Elaphoidella* sp. festgestellt werden.

B ä c h e

a—d) *Szinva-Bach*. Ein schneller, wasserreicher Bach des das *Bükk-Hochplateau* von Osten her abschliessenden Tales, der sich sein Bett in Kalkstein und Porphyroid geschnitten hat. Von seinen beiden Quellen gibt vorwiegend das Wasser der unteren (s. oben, Quelle Nr. 4) bis *Lillafüred* die Hauptmasse des abfliessenden Wassers. Bei *Lillafüred* nimmt er das überschüssige Wasser des *Hámori-Sees*, und desgleichen auch die beträchtlichen Wassermassen der in der Grotte unterhalb des *Palota-Hotels* entspringenden *Anna-Quelle* auf. Unterhalb der Gemeinde *Hámor* wird das Wasser der *Szinva* an der von uns untersuchten Strecke noch durch den Bach des *Csányik-Tales* bereichert. Bis zum *Csányik-Tal* kann der Bach als nur noch wenig verschmutzter Wasserlauf betrachtet werden, während die *Diósgyőr* und *Miskolc* durchfliessende Strecke der *Szinva* durch die grossen Mengen der ihr zugeführten industriellen Abwässer stark verunreinigt ist, was von hydrobiologischen Gesichts-

punkte ein besonderes Problem darstellt. Nach LÁNG (10) beträgt das oberhalb der Eisenfabrik von *Diósgyőr* täglich in die *Szinva* abfliessende Wasser 60.000 m³. Wassertemperaturen z. Z. der Sammlungen an den verschiedenen Stellen: a: 10, b: 11, c: 11, d: 14 °C, Lt.: 18 °C, pH: 7,09.

Aus dem am Bachufer befindlichen feuchten Moos verdienen ausser der seltenen *Amoeba vesiculata* Pén. die Algen in grosser Menge vertilgende *Amoeba vespertilio* Pén., ferner *Cyphoderia margaritacea* Ehrbg., *Euglypha alveolata* Duj. und *Trinema lineare* Pén., erwähnt zu werden. Aus dem Benthos kamen *Amoeba botryllis* Pén., einige Diatomen vertilgende *Oxytrichen*-Arten und *Euplotes moebius* Kahl zum Vorschein. Die Ciliaten der stilleren, seichteren Wassergebiete sind *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller, *Uronema marinum* Duj., *Nassula picta* Pén. und *gracilis* Kahl. Dasselbst finden sich auch vereinzelt einige kurzhalsige *Lacrymaria color* O. F. Müller-Exemplare, die für die sommerliche Fauna der Bäche charakteristisch sind (18).

Etwa 200 m von der oberen Quelle der *Szinva* (Abb. 3: a) fanden wir im Bache folgende Arten vertreten: *Polycelis cornuta* Johnson, *Euplanaria gonocephala* Dugés, *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch, *Gammarus (Rivulogammarus) balcanicus* Schäferna. Unterhalb der Hauptquelle (Abb. 3: b) ist das Wasser des Baches, bzw. das auf den Steinen befindliche Moos von folgenden Arten belebt: *Euplanaria gonocephala* Dugés, *Limnocalanus hoferi* Van Douve und *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch.

Die Sammlungen an der bei Lillafüred gelegenen *Szinva*-Strecke (Abb. 3: c) liessen *Euplanaria gonocephala* Dugés, *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch, *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* Gervais, *Limnocalanus hoferi* Van Douve und *Bryocamptus zschokkei* Schmeil feststellen.

Interessante Ergebnisse zeitigten die Sammlungen an dem unterhalb der Gemeinde Hámor fliessenden Abschnitt der *Szinva* (Abb. 3: d). Etwa 2 km von dieser Stelle entfernt nimmt die *Szinva* bereits das überfliessende Wasser des Hámori-Sees in sich auf. Hier wurden ausser den an der oberen Strecke des Baches (a—b—c) gesammelten Arten auch die folgenden — selbst in lebendem Zustand — in ansehnlicher Individuenzahl eingeholt: *Euchlanis triquetra* Ehrbg., *oropha* Gosse, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Bosmina longirostris-pellucida* Stingelin, *longirostris-typica* O. F. Müller, *Mesocyclops hyalinus* Rehberg, *Cyclops vicinus* Uljanin. Auch zahlreiche *Bosmina*-Schalen waren in den Wasserproben enthalten. Bei allen diesen Arten handelt es sich um die in maximaler Individuenzahl im Plankton des Hámori-Sees lebenden Elemente, die aus dem Hámori-See in die *Szinva* abgeschwemmt worden sind. Ein grosser Teil der *Bosmina*-Individuen geht während der Abschwemmung auf einer Strecke von wenigen km zugrunde, wogegen die übrigen Arten die schnelle Strömung ziemlich gut vertragen. Deshalb sind *Asplanchna priodonta* Gosse, *Mesocyclops hyalinus* Rehberg und *Cyclops vicinus* Uljanin auch im Plankton der Flüsse häufig (14).

e—g) *Garadna-Bach*. Ein Bach in dem das Bükk-Plateau von NO begrenzenden Tales, der sich sein Bett in das tonschieferhaltige Dolomitgestein aus der Trias gewetzt hat. Er sammelt das Wasser dreier wasserreicher Quellen (*Garadna*- und *Margit*-Quelle, sowie die in dem einen Becken der Forellen-Fischerwirtschaft entspringende Quelle) und einiger kleiner Quellen, um es über den Hámori-See in die *Szinva* abzuleiten. Strömungsgeschwindigkeit und Wasserreichtum stehen denen der

Szinva nahe. Nach S. VARGA (19) beträgt die unterhalb der Fischerei weiterströmende Wassermenge 47,2 l/s. Wassertemperatur an den verschiedenen Stellen der Probenentnahme: e: 9,5, f: 11,5, g: 14 °C. Lt.: 23,5 °C, pH: 7,0.



Abb. 11.: Garadna-Bach an der Stelle der Probenentnahme: e

Oberhalb von Ómassa (Abb. 3. e, Abb. 11) stellt der Bach noch ein schnellströmendes, kaltes Gewässer dar. Hier wurden noch *Crenobia alpina* Dana, *Polycelis cornuta* Johnson und *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch angetroffen. Je weiter man in das Tal vordringt, um so stärker ändert sich die Fauna des Baches. Das nun langsamer fließende Wasser erwärmt



Abb. 12.: Garadna-Bach oberhalb der Stelle der Probenentnahme: g

sich. Die Folge davon ist, dass statt *Crenobia* und *Polycelis* im mittleren Lauf des *Garadna* (Abb. 3: f) *Euplanaria gonocephala* Dugés vorkommt und andererseits die Artenzahl sich vermehrt. Oberhalb des *Hámori-Sees* (Abb. 3: g, Abb. 12) treten ausser *Euplanaria gonocephala* Dugés und *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch bereits auch die folgenden Arten hervor: *Lecane luna* O. F. Müller, *Euchlanis triquetra* Ehrbg., *Euchlanis oropha* Gosse, *Ceriodaphnia quadrangula* var. *hamata* G. O. Sars, *Alona rectangula* G. O. Sars, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller und schliesslich erscheint auch *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* Gervais. An allen drei Abschnitten des Baches ist *Limnocalanus hoferi* Van Douve häufig. Die Tierwelt des unteren Bachlaufes bildet einen Übergang zum Plankton des sein Wasser aufnehmenden, durch eine Talsperre errichteten *Hámori-Sees*.

h) *Der Bach der oberhalb des Hámori-Sees entspringenden Quelle*. Die Quelle entspringt an der steilen Bergwand, welche das südöstliche Ufer des *Hámori-Sees* bildet, 450 m ü. M. Wasserertrag: 1,5 l/s. Das das Wasser der Quelle abführende, kurze, schnelle Bächlein ergiesst sich, nachdem es den unter der Waldeisenbahn erbauten Durchlass passiert hat, in den See. Sein Bett hat er sich in den Tonschiefer geschnitten. Wt.: 12,5 °C, Lt.: 23 °C.

Die Sammlungen wurden an der ständig beschatteten Durchflussstelle des Baches vorgenommen (Abb. 3: h), wo ausser *Polycelis cornuta* Johnson in geringerer Individuenzahl auch das Vorkommen der *Crenobia alpina* Dana zu verzeichnen war. Überall im Bachbette war *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch und *Bryocamptus weberi* Kessler nachweisbar.

i) *Der Bach der Lencsés-Quelle*. Das Wasser dieser Wasserarmen Quelle bringt ein in Tonschiefer rieselndes, von Bäumen und Sträuchern beschattetes, kleines Bächlein ins *Garadna*-Tal, das infolge des schwachen Gefälles und der geringen Wassermenge nur langsam dahinplätschert. Wt.: 11 °C, Lt.: 17 °C.

Im *Lencsés-Bache* kam eine reiche Mikrofauna zur Beobachtung, die sich am reichhaltigsten in der Moosvegetation des fast stillstehenden Wassers der Uferregionen gestaltete. Es wurden folgende Arten festgestellt: *Amoeba beryllifera* Pén., *Cyphoderia margaritacea* Ehrbg., *Diffugia globulosa* Duj., *Sphenoderia dentata* Pén., *Trinema enchelys* Leidy, *Actinophrys vesiculata* Pén. und *Trinema lineare* Pén. Von den Ciliaten waren — meistens sporadisch — folgende Arten vertreten: *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller, *Chilodonella uncinata* Ehrbg., und *Vorticella* sp.; in den unteren Moospartien: *Blepharisma navicula* Lepsi, *Glaucoma scintillans* Ehrbg., *macrostoma* Schew., *Drepanomonas revoluta* Pén., *Lionotus fascicola* Ehrbg. und *Tetrahymena pyriformis* Ehrbg. In den Moosflechten am Grunde des Baches waren *Holophrya simplex* Schew. und *nigricans* Laut. stellenweise in grösseren Populationen zu beobachten. Das Plasma besonders der letzteren war mit dunkelfarbigen Granula gefüllt.

Unter der Wassermembran waren *Halteria grandinella* O. F. Müller und *Paramecium caudatum* Ehrbg. häufig. Nahe des Bodens war die reiche Anwesenheit von *Colpidium colpoda* Stein und *Chilodonella cucullus* O. F. Müller und auf dem Grunde selbst die der *Hypotrichen*- und *Euplotes*-Arten zu beobachten. An detritusreicheren Stellen waren *Amoeba verrucosa* Ehrbg.-Leidy, sowie ferner *Diffugia constricta* Ehrbg., *fallax* Pén., *pyriformis* Perty und *Euglypha alveolata* Duj. nachweisbar.

In dem hinter der Quelle sich ausbreitenden Abschnitt des Baches lebten *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch in überaus grosser Menge, auffallend aber war das Fehlen der Turbellarien. In den pflanzenbestandenen Uferregionen des Baches kam *Eucyclops serrulatus* Fischer zum Vorschein.

j) *Der Bach der Quelle von Bükkszentlélek.* Der Bach plätschert in seinem in Kalkstein sich windenden Bette im Schatten von Bäumen und Sträuchern dahin, um nach kurzem Laufe im Kalkstein zu verschwinden. Wt.: 11 °C, Lt.: 22 °C.

In dem der Quelle nahen Abschnitt des Baches leben *Polycelis cornuta* Johnson und *Gammarus (Rivulogammarus) balcanicus* Schäferna in grosser Individuenzahl. Kaum 100 m tiefer, wo der Bach eine kleine Lichtung durchquert, wurde *Polycelis* vermisst, wogegen *Euplanaria gonocephala* Dugés sehr reichlich vertreten waren.

k) *Der Bach der Királykút.* Das Wasser der Királykút staut sich in einem grossen Wasserbecken an, von wo aus das überfliessende Wasser als wasserreicher Bach zwischen grossen moosbewachsenen Steinen im Schatten zahlreicher Sträucher der Szinva entgegeneilt. Wt.: 11,5 °C.

Unmittelbar hinter dem Sammelbecken kommen die charakteristischen Faunenelemente des Baches zusammen mit den aus dem Staubecken herabgespülten Arten vor. Hier wurden beobachtet: *Colurella adriatica* Ehrbg., *Lepadella patella* O. F. Müller, *Mytilina mucronata* O. F. Müller, *Testudinella patina* Hermann, *Monostyla closterocerca* Schmarda, *Polycelis cornuta* Johnson, *Eucyclops serrutus* Fischer, *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch und *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* Gervais.

Einige Meter weiter abwärts konnten diese Rotatorien trotz eifrigsten Suchens nicht mehr gefunden werden, in dem schnellbewegten Wasser wurden sie alsbald verstreut und vernichtet. Auch die Zahl der *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* Gervais-Individuen wurde geringer und *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch gewann die Oberhand.

1. *Hejő-Bach.* Dieser Bach führt die ausgiebigen Wassermassen der wasserreichen Quellen von *Miskolctapolca* in den *Tisza* hinab. Während des oberen Laufes ist sein Wasser infolge der einmündenden heissen Quellen lauwarm. Hiermit dürfte auch die ungewöhnliche Erscheinung zusammenhängen, dass sein Bett reichlich mit submerser Vegetation versehen ist. Die relativ hohe Temperatur des Wassers (20,5 °C) und die reiche Wasservegetation sind diejenigen Faktoren, die in dem übrigens sehr stürmischen Bache eine von der Tierwelt des östlichen Bükk-Gebirges wesentlich verschieden zusammengesetzte Wasserfauna zustandebringen.

Am auffallendsten ist das völlige Fehlen von *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch und der *Polycelis cornuta* Johnson, sowie die hohe Artenzahl der Rotatorien.

Die im Bach gefundenen Sorten waren: *Trinema lineare* Pén., *Glaucoma maupasi* Kahl., *Tetrahymena pyriformis* Ehrbg., *Colurella obtusa* Gosse, *Lecané luna* O. F. Müller, *Euchlanis dilatata* Ehrbg., *Trichocerca rattus* O. F. Müller, *Monostyla hamata* Stokes., *Simocephalus vetulus* O. F. Müller, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Macrocyclus albidus* Jurine, *Eucyclops serrulatus* Fischer, *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* Gervais. Ausserdem fanden wir auf einem in das Wasser geworfenen Ziegelstein eine schöne *Fredericella sultana* Blumenbach-Kolonie.

Stehende Gewässer

1) *Hámori-See*. Ein mittels Talsperre angelegter künstlicher See. Der Staudamm wurde zu Beginn des vorigen Jahrhunderts an der Stelle errichtet, wo das *Garadna*-Tal in das *Szinva*-Tal einmündet (16). In diesen malerisch gelegenen, von Bergen umsäumten See sammelt sich das Wasser des *Garadna*-Baches. (Abb. 13). Die Länge des Sees beträgt etwa 1,2 km, seine Breite 100—150 m und die Oberfläche seines Wasserspiegels 1,1 km², 290 m ü. M. Am nordwestlichen Ende, wo die *Garadna* mit mehreren Aesten in ihn eintündet, ist der See noch seicht und sumpfig. Das reichlich Schlamm mit sich führende, reissende Wasser des *Garadna* beginnt langsamer



Abb. 13.: *Hámori-See*.

zu fließen und breitet sich auf dem mit Sträuchern, Bäumen und Wasserpflanzen bestandenen Gebiet aus. Die übrigen Partien des Sees sind pflanzenlos und tief. Den Grund bilden Steine und Felsen, die von einer hohen Schlammschicht bedeckt sind. Der Schlamm bildet sich aus dem Geschiebe des *Garadna* und dem durch die Niederschläge von den steilen Ufern in den See gespülten Boden. Durchschnittliche Tiefe des Wassers 7—8 m. Das überströmende Wasser des Sees gelangt durch eine in den Staudamm eingebaute Schleuse in den *Szinva*-Bach. Wt.: 19 °C, Lt.: 22 °C, pH: 7,09, O₂: 6,91 mg/l.

Die Tierfauna des Sees ist hinsichtlich ihrer Arten- und Individuenzahl reich. An dem bei der Einmündung des *Garadna* entstandenen sumpfigen Gebiet konnten folgende Arten gesammelt werden: *Euplanaria gonocephala* Dugés, *Colurella deflexa* Gosse, *Lecane elsa* Hauer, *Monostyla closterocerca* Schmarða, *Pompholyx sulcata* Hudson, *Scapholeberis mucronata* O. F. Müller, *Simocephalus vetulus* O. F. Müller, *Ceriodaphnia quadrangula* var. *hamata* G. O. Sars, *Bosmina longirostris-typica* O. F. Müller, *Bosmina longirostris-pellucida* Stingelin, *Candona pratensis* Hartwig, *Cypridopsis vidua* O. F. Müller, *Macrocylops albidus* Jurine, *Mesocyclops hyalinus* Rehberg, *Cyclops vicinus* Uljanin und *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* Gervais.

In der grössten Individuenzahl kamen von den angeführten Arten die für das Plankton der Pelagialregionen überaus charakteristischen *Bosmina longirostris-pellucida* Stingelin vor. Von den in den Pelagialregionen ebenfalls mas-

senhaft vorkommenden *Mesocyclops hyalinus* Rehberg und *Cyclops vicinus* Uljanin gelangten nur wenige Exemplare zur Beobachtung. Die typischen Arten dieses Übergangsbiotops zwischen Bach und grossem offenen Gewässer sind die Rotatorien und Ostracoden, sowie *Euplanaria gonocephala* Dugés.

Bezgl. der Rotatorien ist das Vorkommen der *Lecane elsa* Hauer an dieser Stelle für die ungarische Fauna neu. Die Panzerlänge der von uns gesammelten Exemplare betrug 140 μ , also etwas weniger als die von Hauer angegebene (147 μ).

Die Zusammensetzung der in der Randzone des Sees lebenden Arten unterscheidet sich nur durch das Vorkommen einiger Arten von der Fauna der pelagialen Gewässer. Das ist ja schliesslich auch verständlich, da an diesem See die Uferregion einzig von diesem schmalen, höchstens mit Fadenalgen bewachsenen Streifen gebildet wird, wo das Wasser mit dem Lande in Berührung steht. Es gibt keinen seichten, mit Wasserpflanzen bewachsenen Uferseum, denn der See ist bereits am Rande tief.

Zur Zeit unserer Untersuchungen waren die Uferpartien von folgenden Arten bevölkert: *Rotaria tardigrada* Ehrbg., *Polyarthra major* Burckhardt, *Lecane luna* O. F. Müller, *Brachionus capsuliflorus* Pallas, *Euchlanis dilatata* Ehrbg., *Testudinella patina* Hermann, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Daphnia longispina* f. *typica* O. F. Müller, *Daphnia cucullata-beroliensis* Schoedler, *Scapholeberis mucronata* O. F. Müller, *Simocephalus vetulus* O. F. Müller, *Bosmina longirostris-typica* O. F. Müller, *Bosmina longirostris-pellucida* Stingelin, *Alona rectangula* G. O. Sars, *Rhynchotalona rostrata* Koch, *Pleuroxus uncinatus* Baird, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Cypridopsis vidua* O. F. Müller, *Macrocyclus albidus* Jurine, *Eucyclops macruioides* Lilljeborg, *Cyclops vicinus* Uljanin. Auf ins Wasser gefallenem Holzstückchen sind *Plumatella fungosa* Pallas und auf den Steinen *Fredericella sultana* Blumenbach-Kolonien ziemlich häufig.

Das reiche sommerliche Plankton der Pelagialregion des Sees bildeten folgende Arten: *Polyarthra major* Burckhardt, *Polyarthra minor* Voigt, *Diurella porcellus* Gosse, *Brachionus capsuliflorus* Pallas, *Lecane luna* O. F. Müller, *Trichotria pocillum* O. F. Müller, *Testudinella mucronata* Gosse, *Testudinella patina* Hermann, *Keratella cochlearis* Gossa, *Keratella quadrata* O. F. Müller, *Pompholyx sulcata* Hudson, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Asplanchna brightwelli* Gosse, *Daphnia longispina* f. *typica* O. F. Müller, *Daphnia cucullata-beroliensis* Schoedler, *Ceriodaphnia quadrangula* var. *hamata* G. O. Sars, *Bosmina longirostris-typica* O. F. Müller, *Bosmina longirostris-pellucida* Stingelin, *Mesocyclops hyalinus* Rehberg und *Cyclops vicinus* Uljanin.

Massenhaft kamen von diesen Arten die folgenden vor: *Polyarthra major* Burckhardt, *Pompholyx sulcata* Hudson, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Daphnia cucullata-beroliensis* Schoedler, *Bosmina longirostris-typica* O. F. Müller und *Cyclops vicinus* Uljanin.

Das Vorkommen von *Polyarthra major* Burckhardt in Ungarn war bisher nicht bekannt. *Pompholyx sulcata* Hudson ist eine der charakteristischsten Rotatorien-Arten des Balaton (17). Ihr massenhaftes Auftreten im Hámori-See weist darauf hin, dass sie auch in diesem, physiographisch vom Balaton in vieler Hinsicht verschiedenen See ihre Lebensbedingungen findet.

II. Der Bootsteich von Miskolctapolca. In den flachen Vertiefungen am Fusse des Vár-Berges und des Szt. Kereszt-Berges staut sich das Wasser der Miskolctapol-

caer Thermalquellen und bringt diesen malerisch schönen Teich zustande. Der nahezu halbkreisförmige Teich hat eine Länge von 400 m und seine grösste Breite beträgt 150 m. Er liegt 130 m ü. M. Aus seinem Pelagialraum ragen mehrere kleine, mit Laubbäumen und Sträuchern bestandene Inseln hervor (Abb. 14 und 15) und auch die Randpartien sind waldumsäumt. Die durchschnittliche Tiefe schwankt



Abb. 14. und 15.: Bootsteich von Miskolctapolca

zwischen 1 und 1,5 m. In diesem seichten, fast bis zum Grunde durchsichtigen Wasser gedeihen *Nymphaea rubra* Roxl. und *Cabomba caroliniana* A. Gray und ausserdem finden sich auch reichlich untertauchende Pflanzen. Wt.: 21 °C, Lt.: 21 °C, pH: 6,91.

Das Plankton des Teiches ist — entsprechend seinen hydrographischen Gegebenheiten — litoralen Typs. Zur Zeit unserer Sammlungen war das Wasser von folgenden Arten bevölkert: *Lecane luna* O. F. Müller, *Euchlanis triquetra* Ehrbg., *Simocephalus vetulus* O. F. Müller, *Dunhevedia crassa* King, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Cyclocypris laevis* O. F. Müller, *Cypridopsis vidua* O. F. Müller, *Cytherissa lacustris* G. O. Sars, *Eucyclops serrulatus* Fischer, *Acanthocyclops vernalis* Fischer, *Microcyclops bicolor* G. O. Sars, *Asellus aquaticus* L. — Charakteristisch für die aus den obigen Arten bestehende Population ist die hohe Individuenzahl von *Eucyclops serrulatus* Fischer und *Chydorus sphaericus* O. F. Müller. Neben der geringen Individuenzahl der übrigen Arten fällt auch die niedrige Arten- und Individuenzahl der Rotatorien auf.

III. Zwischen dem Gebäude des Heilbades und dem Bootsteich befindliches offenes Bade-Bassin. Ein etwa 8 m langes, 5 m breites und 3 m tiefes Betonbecken, auf dessen Grunde eine warme Quelle hervorbricht. Nahe der Beckenwand befinden sich einige submerse Pflanzen und Fadenalgen. Wt.: 32 °C, Lt.: 20 °C, pH: 6,53, 0°: 7,93 mg/l.

Aus dem Wasser des Bassins konnten ausser den an der Betonwand haftenden kleinen Schnecken lediglich einige geschlechtsreife und wenige junge Exemplare von *Eucyclops serrulatus* Fischer gesammelt werden.

IV. *Das Wasser-Staubecken neben der Királykút.* Dieses $25 \times 25 \times 2$ m grosse Betonbecken wurde zur Speicherung zwecks industrieller Verwertung des Wassers aus der *Királykút* angelegt. Das überfliessende Wasser wird durch eine Schleuse in den Bach der *Királykút* abgelenkt. Heute befindet sich dieses Staubecken in ziemlich vernachlässigtem Zustand, sein Wasser ist voll mit Fadenalgen, Baumreisern und Laubblättern. Wt.: 11°C , Lt.: 18°C , pH: 6,81.

Die Mikrofauna dieses Beckens mit seinem nur langsam abfliessenden, fast faulenden Wasser ist ziemlich eintönig. Auffallend ist die geringe Arten- und die relativ hohe Individuenzahl. Die Hauptmasse der Mikroorganismen machen die *Diatomen* aus. Unter den *Protozoen* dominiert *Trinema lineare* Pén., in deren Protoplasma auffallend reichlich *Diatomen* enthalten waren. Von den *Testaceen* waren noch *Diffugia fallax* Pén., *globulosa* Duj. und *Sphenoderia dentata* Pén. in erwähnenswerter Menge anwesend, während die *Ciliaten* nur durch einige kleine *Vorticella* sp. vertreten waren.

Das Mesozooplankton bildeten folgende Arten: *Colurella adriatica* Ehrbg., *Lepadella patella* O. F. Müller, *Mytilina mucronata* O. F. Müller, *Testidunella patina* Hermann, *Monostyla closterocerca* Schmarda, *Notholca squamula* O. F. Müller, *Simocephalus vetulus* O. F. Müller, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Ostracoda* sp., *Macrocylops fuscus* Jurine, *Eucyclops serrulatus* Fischer, *Dia-cyclops bicuspidatus* Claus. In der grössten Individuenzahl kamen von diesen Arten *Macrocylops fuscus* Jurine, *Eucyclops serrulatus* Fischer und *Mytilina mucronata* O. F. Müller vor. Besonders auffallend ist das fast massenhafte Auftreten von *Macrocylops fuscus* Jurine, da nach unseren bisherigen Untersuchungen (5, 6, 7) in den Oberflächengewässern des Bükk-Gebirges nur hie und da vereinzelte Exemplare gefunden wurden.

V. *Die Forellenteiche am mittleren Garađna.* Im Garađna-Tale sind im Jahre 1933 künstliche Fischzuchtbecken eingerichtet worden, die zum Teil von der Margit-Quelle bzw. von der auf dem Grunde des einen Beckens entspringenden Quelle mit Wasser versorgt werden. Zur Zeit werden Forellen nur in diesem einen Becken gezüchtet. Der Wasserspiegel der Fischteiche liegt 331,7 m ü. M. Die Gesamtfläche der nebeneinandergereihten Teiche beträgt 250–300 m², sie haben eine Tiefe von 1,5–2 m (Abb. 16 und 17). Wt.: 12°C , Lt.: 24°C , pH: 7,00.

In sämtlichen Forellenteichen befinden sich reichlich Fadenalgen. Das Plankton verfügt über hohe Arten- und Individuenzahlen, was ausser mit den physiographischen Verhältnissen damit zu erklären ist, dass infolge der künstlichen Ernährung der Forellen (Pferdefleisch und tierisches Blut) das Wasser reich an organischen Stoffen ist und gleichzeitig planktonverzehrende Organismen fehlen.

Zur Zeit der Untersuchungen war das Bild der Mikrofauna in den Forellenteichen durch *Diatomen* und zahlreiche *Testaceen*, sowie durch den grossen Artenreichtum der letzteren charakterisiert. Von den *Ciliaten* konnten ausser den grossen Mengen von *Diatomen* verzehrenden *Oxytrichen* nur einige *Lionotus* sp. nachgewiesen werden. Stellenweise kamen *Cyclidium glaucoma* O. F. Müller und *Blepharisma elongatum* Stokes-Individuen — aber nur in geringer Zahl — zur Beobachtung.

In den eingeholten Proben konnten mehrere *Flagellaten*, vorwiegend *Bodo edax* Klebs, festgestellt werden. Von den schalenlosen *Amoeben* war neben *Dactylosphaerium radiosum* Bütschli die Anwesenheit der als typische Bodenamoeba bekannten *Naegleria gruberi* Schard. zu verzeichnen. Die *Testaceen*

kamen in erster Linie aus der submersen Vegetation zum Vorschein. Diese waren: *Arcella vulgaris* Ehrbg., *Centropyxis constricta* Defl., *Cyphoderia margaritacea* Ehrbg., *Diffflugia globulosa* Duj., *pénardi* Hopk., *pristis* Pén., *pyriformis* Perty, *Euglypha ciliata* Ehrbg., *strigosa* Leidy, *Quadrula irregularis* Archer., *Euglypha alveolata* Duj., *Sphenoderia dentata* Pén., *Trinema lineare* Pén. und *enchelys* Ehrbg. Von den Heliozoen fanden sich auch einige *Actinophrys sol* Ehrbg.



Abb. 16.: Fischteiche der Forellenwirtschaft

mis Perty, *Euglypha ciliata* Ehrbg., *strigosa* Leidy, *Quadrula irregularis* Archer., *Euglypha alveolata* Duj., *Sphenoderia dentata* Pén., *Trinema lineare* Pén. und *enchelys* Ehrbg. Von den Heliozoen fanden sich auch einige *Actinophrys sol* Ehrbg.

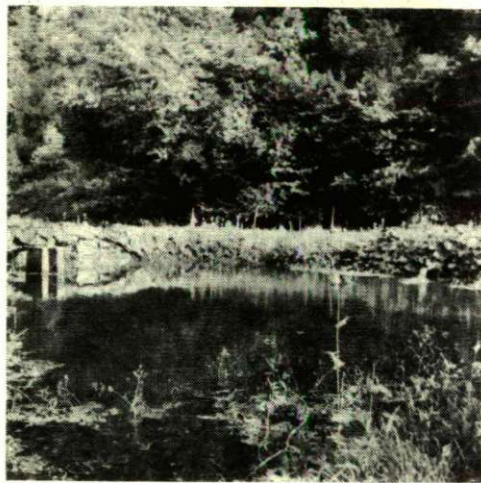


Abb. 17.: Der eine Fischteich der Forellenwirtschaft

Das Mesozooplankton bildeten folgende Arten: *Colurella deflexa* Gosse, *Colurella adriatica* Ehrbg., *Diurella porcellus* Gosse, *Diurella tenuior* Gosse, *Lepadella patella* O. F. Müller, *Mytilina brevispina* Ehrbg., *Lecane luna* O. F. Müller, *Euchlanis oropha* Gosse, *Euchlanis triquetra* Ehrbg., *Testudinella patina* Hermann, *Trichocerca rattus* O. F. Müller, *Monostyla closterocerca* Schmarda, *Keratella cochlearis* Gosse, *Daphnia pulex* De Geer, *Daphnia cucullata-beroliensis* Schoedler, *Scapholeberis mucronata* O. F. Müller, *Simocephalus vetulus* O. F. Müller, *Ceriodaphnia quadrangula* var. *hamata* G. O. Sars, *Bosmina longirostris-typica* O. F. Müller, *Bosmina longirostris-pellucida* Stingelin, *Alona quadrangularis* O. F. Müller, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Candona candida* O. F. Müller, *Cypridopsis vidua* O. F. Müller, *Eucyclops serrulatus* Fischer und *Megacyclops viridis* Jurine. Ein häufiger Bewohner der Uferregionen des Teiches ist *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* Gervais.

Obwohl sämtliche Arten in hoher Individuenzahl vorkommen, ist der charakteristischste Zug des Planktons der Forelleichte die riesige Menge der *Chydorus sphaericus* O. F. Müller-Populationen. Ein derart massenhaftes Auftreten dieser Art haben wir bisher weder im Bükk-Gebirge, noch in anderen heimischen Gewässern beobachtet, so dass die Benennung »Chydorus-Teich« hier berechtigt erscheint.

Die zweite Gruppe bilden die 1939 westlich von der ersteren angelegten Fischteiche der Forellenzüchtereien in der breiter werdenden Talmulde. Ihr Wassersystem ist unabhängig von dem der von der Margit-Quelle gespeisten Teiche, da sie vom Garadna-Bache unterhalten werden. Ihre Gesamtfläche erstreckt sich über rund 1500 m². Gegenwärtig werden hier keine Forellen gezüchtet. Es handelt sich um seichte, sumpfbartige Gewässer, die mit Rohr, Binsen, zahlreichen submersen Pflanzen und Fadenalgen bestanden sind. Das Wasser ist trüb und schlammreich. Wt.: 12 °C, Lt.: 23,5 °C, pH: 6,81.

Das Plankton ist sowohl hinsichtlich seiner Arten-, als auch seiner Individuenzahl ärmlich. Es konnten nur wenige Exemplare des *Chydorus sphaericus* O. F. Müller gesichtet werden. In der grössten Individuenzahl ist *Ceriodaphnia quadrangula* var. *hamata* G. O. Sars vertreten.

In diesen Teichen lebten zur Zeit unserer Sammlungen die folgenden Arten: *Colurella adriatica* Ehrbg., *Colurella deflexa* Gosse, *Mytilina brevispina* Ehrbg., *Cephalodella catellina* O. F. Müller, *Lepadella patella* O. F. Müller, *Euchlanis oropha* Gosse, *Euchlanis triquetra* Ehrbg., *Testudinella patina* Hermann, *Trichocerca rattus* O. F. Müller, *Simocephalus vetulus* O. F. Müller, *Ceriodaphnia quadrangula* var. *hamata* G. O. Sars, *Alona rectangularis* G. O. Sars, *Alona quadrangularis* G. O. Sars, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Ilyocypris bradyi* G. O. Sars, *Eucyclops serrulatus* Fischer, *Megacyclops viridis* Jurine, *Bryocamptus minutus* Claus, *Isopoda* sp. und *Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum* Koch.

VI. Csengős fertő. Im Bükk-Gebirge gibt es zahlreiche kleinere und grössere Oberflächengewässer, die ihre Entstehung den in den Dolinen angesammelten Niederschlägen verdanken. Das in den Dolinen gespeicherte Niederschlagswasser führt viel Geröll und Bodenbestandteile mit sich, so dass diese kleinen Seenbecken sich allmählich auffüllen. Über dem lockeren, reichlich in Fäulnis begriffene Holz- und Pflanzenbestandteile enthaltenden Schlamm breitet sich eine Laubschicht aus. Es sind dies kalkreiche Kleingewässer, in denen sich — je nach dem Mass der Auffüllung — eine reiche Makrovegetation ansiedelt. Die Bewohner der Umgebung nennen

sie »fertő«. In unserem Untersuchungsterrain sind diese kleinen Waldgewässer durch den »Csengős fertő« vertreten. Sein Becken bildet die zwischen dem *Kis Kőmársa* und *Vöröskő*-Berge befindliche grössere Doline. Der ovale Wasserspiegel misst 70 m in der Länge und 50 m in der Breite. Die Tiefe beträgt 1,5–2 m. Den Boden deckt eine dicke Schicht lockeren schwarzen Schlammes. Das Ufer säumen Binsen und Riedgrasflecken, im übrigen ist der Wasserspiegel fast zur Gänze mit *Lemna* bedeckt. An den *Lemna*-freien Partien ist das Wasser klar und durchsichtig. Der »Csengős fertő« stellt ein typisches *Lemna*-Gewässer dar. Wt.: 19 °C, Lt.: 21 °C, pH: 5,6.

In diesem Tümpel konnten ausser *Bombinator pachypus* Bp., vielen *Ephemeroptera*- und *Chaoborus*-Larven und *Stylaria lacustris* L. folgende Arten registriert werden: *Lepadella ovalis* Ehrbg., *Brachionus angularis* Jurine, *Mytilina spinigera* Ehrbg., *Testudinella patina* Hermann, *Monostyla closteracera* Schmarda, *Daphnia pulex* De Geer, *Simocephalus vetulus* O. F. Müller, *Ceriodaphnia reticulata* G. O. Sars, *Alonopsis ambigua* Lilljeborg, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Candona parallela* G. W. Müller, *Cyclocypris ovum* Jurine, *Eudiaptomus zachariasii* Poppe, *Eucyclops serrulatus* Fischer, *Megacyclops viridis* Jurine und *Metacyclops minutus* Claus.

Von diesen drei Arten kamen in der grössten Individuenzahl die die kleinen Gewässer liebenden *Eudiaptomus zachariasii* Poppe und *Metacyclops minutus* Claus vor.

VII. Neben dem von *Bükkszentkereszt* nach *Lillafüred* führenden Touristenpfad stiessen wir auf einen kleineren temporären Waldtümpel. Das in der wenige m² grossen Vertiefung angesammelte Wasser hatte 15–20 cm Tiefe und war vollkommen klar. Wt.: 17 °C, Lt.: 24 °C, pH: 6,43, O₂: 6,38 mg/l.

In diesem kleinen Waldwasser lebten ausser *Salamandra maculosa* Laur. und zahlreichen *Kaulquappen* überaus zahlreiche Individuen von *Daphnia pulex* var. *obtusa* Kurz sozusagen in Reinkultur, denn ausser ihnen wurde in den aufgearbeiteten Proben nur ein einziges geschlechtsreifes Exemplar des *Megacyclops viridis* Jurine gefunden.

VIII. Eine Beton-Zisterne in der Nähe von *Bükkszentkereszt*. Dieses 3 × 3 × 2 m grosse, stark vernachlässigte, unbedeckte Wasserreservoir enthielt zur Zeit unserer Sammlungen stark verunreinigtes Wasser von etwa 60 cm Tiefe. Wt.: 14 °C, Lt.: 22 °C.

Charakteristisch für die Protozoen-Fauna des Beckens sind die *Testaceen*. Ausser wenigen *Colpidium colpoda* Stein- und *Paramecium caudatum* Ehrbg.-Exemplaren lebten hier in hoher Individuenzahl die folgenden *Testaceen*-Arten: *Arcella discoides* Ehrbg., *vulgaris* Ehrbg., *Centropyxis aculeata* var. *oblonga* Defl., *constricta* Defl., *Diffugia globulosa* Duj. und *Schwabia regularis* Jung.

Ausser den im Wasser lebenden zahlreichen Mücken-Larven kamen auch *Hydra vulgaris* Pallas, *Lepadella patella* O. F. Müller, *Diurella brachiura* Gosse und *Canthocamptus microstaphylinus* Wolf zum Vorschein.

Zusammenfassung

In den untersuchten Oberflächengewässern des östlichen *Bükk*-Gebirges wurde das Vorkommen von 162 Arten (Protozoen: 64, Turbellarien: 3, Rotatorien: 35, Crustaceen: 53, sonstige: 7) festgestellt. Die überwiegende Mehrheit der gefundenen Arten konnte anlässlich unserer früheren Untersuchungen

auch in den Oberflächengewässern anderer Teile des Bükk-Gebirges nachgewiesen wurden. Nur sieben der gefundenen Arten sind bisher im Bükk-Gebirge, bzw. aus anderen Gegenden Ungarns nicht beschrieben worden. So stellen *Centropyxis arcelloides* Dofl., *Iata* Jung, *Schwabia regularis* Jung, *Blepharisma navicula* Lepsi, *Polyarthra major* Burckhardt, *Lecane elsa* Hauer und *Viguerella coeca* Mupas für die ungarische Fauna neue Arten dar.

Allgemein verbreitet und meistens massenhaft vorkommende Arten sind in dem untersuchten Gebiet *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *pulex fossarum* Koch und *Polycelis cornuta* Johnson. Das Sammelgebiet der meisten Quellen ist Kalkstein. Hieraus ergibt sich, dass das Wasser der untersuchten Quellen reich an Kalk ist. Ausser mit anderen oikologischen Gegebenheiten ist unseres Erachtens mit dieser Tatsache zu erklären, dass in den Quellen und den kaltes Wasser führenden Bachstrecken die kalkliebende *Polycelis cornuta* Johnson die allgemein verbreitete Art darstellt. *Crenobia alpina* Dana kommt nur an denjenigen Orten vor (*Garadna*-Quelle, *Margit*-Quelle und der in den *Hámori*-See mündende Bach), wo Kalkstein und Tonschiefer einander berühren, bzw. die Wasserläufe sich ihr Bett in tonschieferhaltigem Gestein gebahnt haben. In der *Garadna*- und in der *Margit*-Quelle kommen *Crenobia alpina* Dana und *Polycelis cornuta* Johnson gemeinsam vor. Dies hängt unserer Ansicht nach mit den geologischen Verhältnissen zusammen, denn diese beiden Quellen kommen gerade auf das Grenzgebiet dieser beiden Gesteinsarten zu liegen. Die Quelle und auch das Bett des in den *Hámori*-See sich ergiessenden Baches entfallen auf das Tonschiefergebiet. Somit ist hier das Wasser kalkärmer und *Crenobia alpina* Dana wird zur alleinherrschenden Art, trotzdem die Temperatur und andere beobachtete oikologische Verhältnisse den in anderen Quellen festgestellten ähneln. Diese, sowie auch frühere Untersuchungen (1, 2, 3) erbringen den Beweis, dass die *Crenobia alpina* Dana das Tier der auf Tonschiefer und vulkanischen Gesteinen befindlichen Gewässer ist, während *Polycelis cornuta* Johnson in erster Linie in den aus Kalkstein aufgebauten Gebieten lebt. Dass die Verbreitung der *Crenobia alpina* Dana und der *Polycelis cornuta* Johnson ausser von petrographischen Verhältnissen auch von anderen Faktoren beeinflusst wird, beweist der Umstand, dass in der namenlosen Quelle Nr. 5, und auch in der *Szt. István*-Quelle keine dieser beiden Arten auffindbar war.

In Bezug auf die Protozoenfauna können folgende Feststellungen gemacht werden: die *Rhizopoden* weisen, sowohl was die Arten-, als auch was die Individuenzahl anbetrifft, an den meisten Sammelstellen höhere Werte auf als die *Ciliaten*. Dies spiegelt aber keineswegs die wahren Verhältnisse wider. Die Ursache für diese Erscheinung ist, dass wir die an den Bachrändern befindlichen feuchten Moosrasen und die unmittelbar unter dem Moose gelegenen Stellen gründlicher untersucht haben. Wir sahen auch, dass sich zwischen den Moosen neben den häufigen *Testaceen* des Benthos auch einige typische Mitglieder des Neuston (z. B. *Paramecium caudatum* Ehrbg., *Halteria grandinella* O. F. Müller) gerne aufhalten. Auch in dem schnellströmenden Wasser der Bäche ist die einzige Stelle, wo — allerdings in überaus geringer Zahl, aber dennoch — aktive Protozoen nachweisbar sind, die auf den Steinen angesiedelten Moosflecken. Sehr lehrreich in dieser Hinsicht ist die Untersuchung des in der Nähe der Quelle des *Garadna*-Baches befindlichen Moosmaterials. Wäh-

rend das stürmisch dahineilende, strahlartig hervorspritzende Wasser der Quelle selbst bis zu 3—4 m von der Ursprungsstelle entfernt protozoenfrei ist, konnten in einem Moosklumpen, der an der der geschwinden Strömung ausgesetzten Seite eines grösseren Steines haftete, einerseits Cysten und andererseits aktive *Protozoen* nachgewiesen werden.

Die *Ciliaten* bevölkern eher die sich schneller erwärmenden lenithischen Biotope der Bäche, deshalb handelt es sich bei den hier angetroffenen Arten teils um thermophile Elemente (*Paramecium*, *Halteria*). Nach unseren bisherigen Beobachtungen sind die lenithischen Abschnitte auch sehr reich an *Algen* und *Bakterien*, da die einige *Bakterien* und *Algen* verzehrenden *Chilodonellen* und *Amoeben*, ferner *Cyclidien* und *Halterien* ebenfalls in grosser Zahl an diesen Orten leben.

Unsere Daten betreffs der *Rotatorien*- und *Crustaceen*fauna spiegeln wahrheitsgetreu die oikologischen und physiographischen Eigentümlichkeiten der untersuchten Gewässer wider. Bei der Mehrzahl der gefundenen Arten handelt es sich allerdings um allgemein verbreitete, euriöke Arten mit grosser oikologischer Valenz, aber die quantitative und qualitative Zusammensetzung der in den einzelnen Biotopen lebenden Arten ist eine verschiedene. Auf dieser Grundlage unterscheidet sich z. B. das Wassersystem der *Szinva* wesentlich von dem des *Hejő*-Baches. Die grundlegende oikologische Ursache für die in den beiden Wassersystemen in Erscheinung tretenden hydrobiologischen Abweichungen ist die Temperatur des Wassers. Das Wassersystem der *Szinva* vertritt die Gruppe der kalten, und der *Hejő*-Bach die der lauwarmen und warmen karstigen Gewässer. Im Wassersystem der *Szinva* sind in erster Linie die aus kaltwasserliebenden oder wenigstens -vertragenden Arten bestehenden Populationen charakteristisch.

Interessant im Flusssystem des *Szinva*-Baches ist die limnologische Gliederung der Gewässer des *Garadna*-Tales. Von der *Garadna*-Quelle bis zum *Hámori*-See tritt augenfällig die Wirkung der Verschiedenheit in der geologischen Struktur, der Temperatur des Wassers, seiner Strömungsgeschwindigkeit und seines Nahrungsmittelgehaltes auf die Gestaltung der Lebensgemeinschaften in den einzelnen Wasserbiotopen zutage.

Ein Vergleich der Ergebnisse unserer Untersuchungen aus den Jahren 1954 und 1955 zeigt, dass in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der sommerlichen Wasser-Fauna unseres Gebietes wesentliche Abweichungen nicht festzustellen waren.

Schrifttum

- (1) Abrahám, Á. und G. Mödlinger: Állattani Közlöny, 30, 54—59 (1930).
- (2) Abrahám, Á. und G. Mödlinger: Zool. Anz. 86, 301—309 (1930).
- (3) Abrahám, Á. und G. Mödlinger: Zool. Anz. 89, 177—181 (1930).
- (4) Abrahám, Á., S. Bende, A. Horváth und J. Megyeri: Ann. Biol. Univ. Hung. 1, 341—350 (1951).
- (5) Abrahám, Á., S. Bende, A. Horváth und J. Megyeri: Ann. Biol. Univ. Hung. 2, 327—344 (1952).
- (6) Abrahám, Á., A. Horváth, und J. Megyeri: Állattani Közlemények, 54, 13—24 (1956).

- (7) *Ábrahám, A., F. Biczók, A. Horváth und J. Megyeri: Acta Biol. Szeged, 2, 137—154 (1956).*
- (8) *Gelei, J.: Arch. f. Hydrob. 24, 660—666 (1932).*
- (9) *Kerekes, J.: Barlangvilág, 6, 23—28 (1956).*
- (10) *Láng, S.: Hidr. Közlöny. 34, 70—81 (1954).*
- (11) *Lesenyei, J.: Hidr. Közlöny, 30, 38—42 (1950).*
- (12) *Lukács, D.: Állattani Közlemények, 44, 87—93 (1954).*
- (13) *Lukács, D. und J. Vajon: Egri. Ped. Főisk. Füzetek, 22, 445—460 (1955).*
- (14) *Megyeri, J.: Hidr. Közlöny, 35, 280—292 (1955).*
- (15) *Schréter, Z.: Hidr. Közlöny, 34, 287—294 (1954).*
- (16) *Szigligeti, Gy.: Hydr. Közlöny, 36, 351—355 (1956).*
- (17) *Varga, L.: Magy. Biol. Kut. Int. Munk., 5, 51—63 (1932).*
- (18) *Vörösváry, B.: Ann. Biol. Univ. Szegediensis, 1, 343—387 (1950).*
- (19) *Wein, Gy.: Hidr. Közlöny, 32, 12—19 (1952).*



DAS LEBEN DER TISZA

I. ÜBER DIE TIERWELT DER TISZA UND IHRER INUNDATIONSGBIETE

Von

P. BERETZK, GY. CSONGOR, A. HORVÁTH, A. KÁRPÁTI, G. KOLOSVÁRY,
M. SZABADOS, M. SZÉKELY

(Mitarbeitern der Tisza-Forschungsgemeinschaft des Systematisch-Zoologischen
Institutes der Universität Szeged, Ungarn)

(Eingegangen am 28 März, 1957)

Inhalt:

I. Einleitung. (G. Kolosváry)	32
(Die Obere Tisza. Die Mittlere Tisza. Die Untere Tisza)	
II. Die Tierwelt auf Grund von Literaturangaben und neuen Beobachtungen:	
Einzeller (Protisten). (G. Kolosváry)	83
Einige protistologische Daten der I. Tisza-Forschungsexpedition. (M. Szabados)	84
Schwämme. (G. Kolosváry)	87
Cnidarien. (G. Kolosváry)	87
Plattwürmer (G. Kolosváry).....	88
Rotatorien. (G. Kolosváry)	38
Anneliden. (G. Kolosváry)	88
Die bei der Section von Fischen erhaltenen Würmer. (M. Székely)	88
Krebse. (G. Kolosváry)	38
Vielfüssler. (G. Kolosváry)	89
Insekten. (G. Kolosváry)	89
Wasser—Hemipteren. (Gy. Csongor)	90
Palingenia—Beobachtungen. (Gy. Csongor)	91
Einige Beobachtungen an Insekten. (G. Kolosváry)	92
Echte Spinnen. (G. Kolosváry)	93
Weberknechte. (G. Kolosváry)	93
Milben. (G. Kolosváry)	94
Mollusken. (G. Kolosváry)	94
Über die Molluskenfauna der Strecke zwischen Tiszabecs und Tiszafüred. (A. Horváth)	34
Bryozoen. (G. Kolosváry).....	97
Fische. (G. Kolosváry)	97
Amphibien. (G. Kolosváry)	98

Reptilien. (G. Kolosváry)	98
Beiträge zur Vogelwelt der Tisza. (P. Beretzky)	99
Ornithologische Beobachtungen während der I. Tisza-Expedition vom 8.—14. VII. 1956. (Á. Kárpáti)	101
Über die Vogelwelt der Maros und ihres Inundationsgebietes. (Á. Kárpáti)	102
Kleine Säugetiere. (G. Kolosváry)	103
Grosse Säugetiere. (G. Kolosváry)	103
Die Säugetiere des Pleistozäns. (G. Kolosváry)	104
III. Zusammenfassung. (G. Kolosváry)	105
Schrifttum. (G. Kolosváry)	106

I. Einleitung

Es werden drei Abschnitte der Tisza (Abb. 1.) unterschieden: oberer, mittlerer und unterer Abschnitt, die im folgenden in Anlehnung an FÜTÖ (23) und PRINZ (62) kurz charakterisiert werden sollen. Das Inundationsgebiet der Tisza ist das grösste unter denen der heimischen ungarischen Flüsse. Es hat eine Ausdehnung von insgesamt 25 000 km². Seine grösste Breite erreicht es in Nagy-Kunság und bei dem Hortobágy. Auf dem heutigen Flussgebiet fliesst die Tisza seit etwa 9—10 000 Jahren. Ihre ursprüngliche Länge betrug 1214 km, heute misst sie 761 km.

Die Obere Tisza

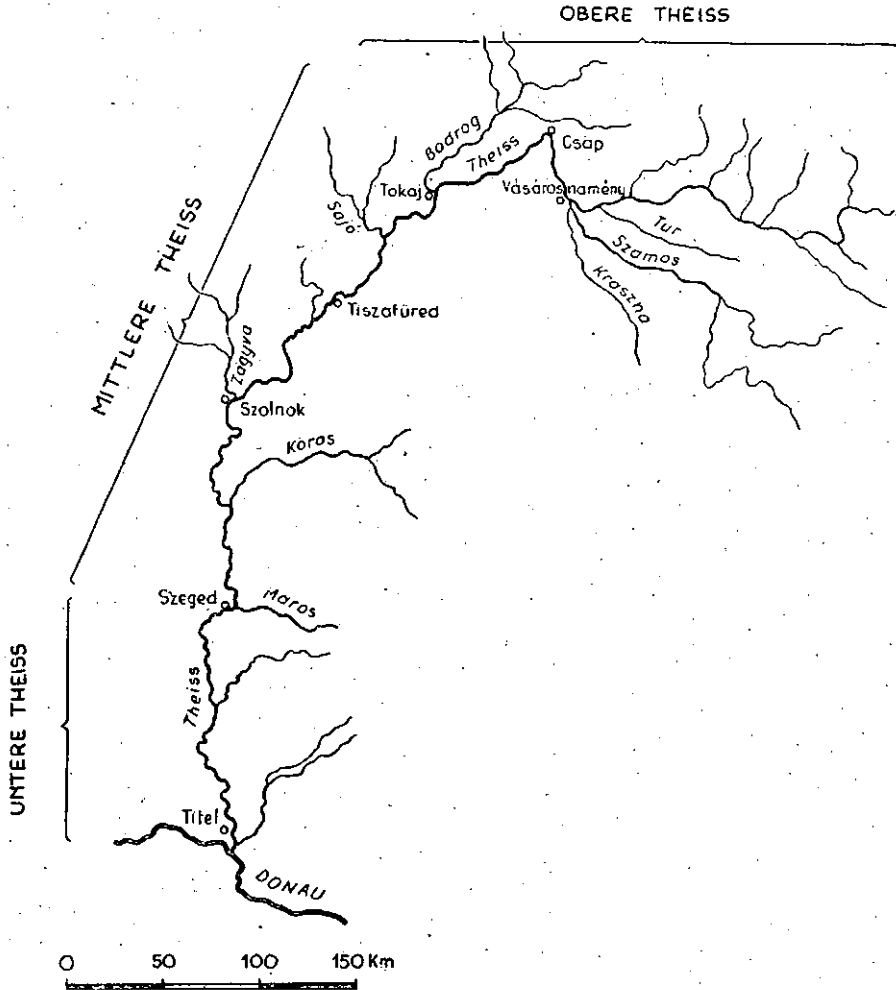
Der obere Lauf der Tisza reicht von der Quelle bis Tokaj. Höhe über dem Meeresspiegel 800—100 m. Es sind zwei Unterstrecken zu unterscheiden: eine Gebirgs- und eine Flachland-Unterstrecke, erstere fliesst in 800—200 m. Höhe ü. d. M. und reicht bis Királyháza. Ihre Breite beträgt bei niedrigem Wasserstand weniger als 80 m. Jährliche Niederschlagsmenge 1000—800 mm, jährliche Durchschnittstemperatur 5—9 °C. Wassertemperatur der Quelle nach GyÖRFFY (29) +6 °C. Waldbedeckung bis Blizsnica Nadelbäume. Alpine Faunenelemente sind hier heimisch. Wasser stark sauerstoffhaltig und arm an Salzen. Produktionsbiologisch minderwertig. Forellen-Typ. Die Unterstrecke in der Tiefebene liegt 200—100 m ü. d. M., jährliche Durchschnittstemperatur +10 °C. Jährliche Niederschlagsmenge 800—600 mm. Vegetation: Laubbäume. Breite bei Tiszaujlak bei niedrigem Wasserstand 87 und bei Tokaj 98 m. Tiefe daselbst 2 m. An den oberhalb des Knies bei Csap gelegenen Teilen finden sich auch Faunen-Elemente, die in den Tundren beheimatet sind, und bei der Mündung des Bodrog erscheinen auch bereits ponto-mediterrane Elemente.

Die Mittlere Tisza

Wird bis Szeged gerechnet. Unterhalb von Tokaj ab — befreit von ihrem groben Geschiebe — fliesst sie mit geringerem Gefälle nach Süden. Dieser Abschnitt stimmt überein mit dem Schmelzpunkt des Sammelgebietes der Körös-Flüsse, deshalb ist die Überschwemmungsgefahr auf dieser Strecke am grössten. Von den Nebenflüssen hat die Maros das stärkste Gefälle. Strombreite bei niedrigem Wasserstand bei Szolnok 135 und bei Szeged 123 m. Das Flussbett ist um 9 m tiefer als das der Donau. Auf dieser Strecke weist die Tisza die stärksten Windungen auf. Jährliche Niederschlagsmenge weniger als 600 mm, das Gefälle beträgt bis Tiszafüred 8—9, weiter abwärts 3—4 cm/km. Das Wasser des Mittellaufes ist kalk- und salzhaltiger, seine Strömung langsam, Karpfen-Typ. Das Sammelgebiet der Tisza in der Tiefebene ist nach SZILÁDY (79) — zusammen mit der Unterstrecke der Oberen Tisza des Flachlandes — das bis ans linke Donauufer reichende zoo-geographische Gebiet »Tisicum«. In dem mit der Nyir-Gegend in Berührung stehenden Teil finden sich Tundrenfauna-Elemente, an dem linken Ufer des zwischen Hernád- und Egermündung gelegenen Abschnittes ponto-mediterrane und in dem Winkel des Zusammenflusses von Berettyó, und Fekete-Körös wiederum Tundra-Faunenelemente.

Die Untere Tisza

Die Untere Tisza reicht bis *Titel*. Der Flusslauf ist hier gerader. Bei hohem Wasserstand in der Donau fließt die Tisza bei *Titel* rückwärts. Ihr letzter Nebenfluss ist die *Bega*. Flussbreite bei *Titel* bei niedrigem Wasserstand 232 m. Die Strömung dieses Abschnittes ist langsam, das Klima warm, das Wasser kalkreich. Ufer: gutes Fortpflanzungs-Biotyp. *Weissfisch-Charakter*. Die Faunen-Provinzen: Pannonicum, Dinaricum und Banaticum. (Kolosváry, 49).



II. Die Tierwelt auf Grund von Literaturangaben und neuen Beobachtungen

Einzeller (Protisten)

Über die Protistenwelt der Tisza ist noch wenig bekannt und auch die bisherigen Forschungen beziehen sich vorwiegend auf die Umgebung *Szegeds*. Nur von SZABADOS (72) und MIHÁLYI-LŐRINCZ (58) werden Angaben bzgl. der Oberen

Tisza mitgeteilt. GELEI (24, 27, 28) beschreibt drei und P. HORVÁTH (39) ein neues Protozoon. Diese sind: *Nassula heterovesiculata*, *Spirofilum tisiae*, *Euplotes rotunda* und *Microthorax hungaricus*. Nach MEGYER (55) stellt die Dominanz von *Ceratium hirundinella* in der Tisza ein interessantes Moment dar.

Einige protistologische Daten der I. Tisza-Forschungsexpedition

Anlässlich der I. Tisza-Expedition habe ich Sammlungen an den folgenden Orten vorgenommen:

Bei *Tiszabecs* und *Milota* aus der Tisza, bei *Tarpa* aus dem Tur-Kanal, zwischen *Mánd* und *Vásárosnamény* aus der Tisza und der *Szamos*, bei *Vásárosnamény*, *Tizakerecseny* und *Győröske* aus der Tisza, bei *Nagyhalászi* aus einem Inundationstümpel und einem toten Theissarm, bei *Bodrogkeresztur* aus der *Bodrog* und einem an dessen linkem Ufer befindlichen Schwemmwassertümpel, bei *Tokaj* aus der Tisza, der *Bodrog* und der *Kraszna*, bei *Tiszalök* aus der Tisza, bei *Tiszadob* aus dem *Sajó*, bei *Tiszapalkonya* und *Tizakeszi* aus der Tisza und bei *Tiszafüred* aus einer Inundationslagune.

Bei der Sammlung habe ich folgende Biotope berücksichtigt: 1. die Wassermasse selbst, 2. die Oberflächenmembran, 3. im Wasser befindliche Steine, Wasserfahrzeuge, die Oberfläche von Bauwerken, 4. die seichten Gewässer der Uferzone, 5. Schlamm und feuchten Boden des Ufers, 6. Inundationstümpel und Erdgruben und schliesslich 7. das Alt-Wasser.

Anlässlich der Sammlung aus der lebenden Tisza bei *Tiszabecs* waren nur wenig Flagellatenarten vertreten: Zellen der farblosen *Anisonema acinus* und durch Eisenoxyhydrat goldbraun verfärbte Schalen tragenden *Trachelomonas volvocina*-Exemplaren schwebten in geringer Zahl im Plankton.

Bei *Milota* hatte das Wasser starke Strömung, so dass Planktonfischen erfolglos blieb; am rechten Ufer der Tisza dagegen, in dem durch einen Steindamm abgeschlossenen Wasserraum, der den Fischen als Laichstätte diente, konnte ich zahlreiche Flagellatenarten sammeln, so: *Astasia lagenula*, *Bodo globosus*, *Cercobodo agilis*, *Bodo celer*, *Mastigamoeba invertens* und *M. limax*.

Die Planktonuntersuchung des Mündungsabschnittes des Tur-Kanals bei *Tarpa* förderte nur eine einzige Flagellatenart: *Bodo globosus* zutage.

Bei *Vásárosnamény* konnten in dem mit Schlammkörnern durchsetzten Wasser der Tisza und der *Szamos*: *Bodo globosus* und *B. celer* in geringer Zahl eingeholt werden. Das seichte Wasser des Inundationsgebietes war mit den Exkrementen von Wasservögeln verunreinigt, es enthielt stellenweise grossen Vertiefungen Euglenophyten-Arten, wie *Euglena sociabilis*, *E. viridis* und *Trachelomonas volvocina*.

An dieser Stelle habe ich auch das Plankton des Flüsschens *Kraszna* untersucht. Die Sammlung geschah neben einem Schuttabladeplatz, dessen schmutzige Flüssigkeit das Wasser saturierte, was auch durch die Anwesenheit der saprobionten Flagellatenarten: *Bodo minimus*, *B. fusiformis*, *Menoidium pellucidum*, *Pleuromonas jaculans* und *Rhynchomonas nasuta* bewiesen war.

Die nächste Aufsammlung fand neben der Fähre bei *Tizakerecseny* statt. In dem mit pflanzlichen Abfällen versetzten Wasser kamen *Astasia lagenula*, *Bodopsis alternans*- und *Cercobodo radiatus*-Arten zum Vorschein.

Bei der hinter *Záhony* gelegenen Gemeinde *Győröske* sammelte ich aus dem mit Wasserpflanzen bestandenen Wasser des Uferrandes Kolonien von *Astasia lagenula*, *Bodo globosus*, *B. curvifilus* und *B. fusiformis*, ferner *Antophysa vegetans*, von welcher letzteren die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Glieder der Kolonien die Stielpartien verlassen und sich im Wasser zerstreut hatten.

Am linken Tiszaufer suchten wir unweit der Gemeinde *Tiszatelek* einen toten Arm auf, dessen Wasser am Uferrande — auf etwa handtellergrossen Flecken — von Euglenophytenorganisationen verfärbt war. Hier fanden sich *Euglena gracilis*-, *E. spirogyra*-, *E. tripteris*-, *Trachelomonas volvocina*-, ferner auch in ansehnlicher Zahl *Antophysa vegetans*-, *Astasia lagenula*- und *Monas sociabilis*-Arten. — Ebenfalls hier bildeten in einem Entenbassin zahlreiche Individuen der *Euglena granulata*-, *E. acus*-, *E. proxima*-, *E. tripteris*-, *Phacus caudata*-, *Trachelomonas volvocina*-, *Tr. planctonica*-, und *Tr. oblongata*-Arten eine grüne Wasserblüte.

Bei *Tokaj* fanden zwischen den im Wasser schwebenden Pflanzenresten verschiedene *Bodo*-Arten (*B. amoebinus*, *B. celer*, *B. minimus*, *B. triangularis*) einen ausgezeichneten Lebensraum.

Die Planktonuntersuchung des *Bodrog* bei *Bodrogkeresztur* förderte zwischen den aus dem Wasser gehobenen *Cladophora glomerata*-Zotten unzählige *Bodo globosus*-, *Euglena proxima*-, *E. viridis*- und *Phacus oscillans*-Individuen zutage. — In dem am linken Ufer des *Bodrog* gelegenen Inundationstümpel lebten *Astasia lagenula*-, und *Antophysa vegetans*-Kolonien und *Euglena ehrenbergi*-, *E. gracilis*-, *E. viridis*-, *E. tripteris*-, *Trachelomonas planctonica*-, *Tr. granulosa* var. *oblonga*- und *Tr. volvocina*-Individuen.

Unmittelbar vor dem Kraftwerk von *Tiszalök* fanden sich zwischen den auf den Steinen des Ufers haftenden *Cladophora*-Rasen *Antophysa vegetans*, *Bodo celer* und *B. curvifilus* in geringer Individuenzahl.

In dem zwischen dem Gebäude und dem Ufer befindlichen Winkel hat sich ein geschlossener und im wesentlichen langsam strömender Wasserraum herausgebildet. Die vom Winde verursachten Wellen haben die im Wasser schwimmenden Pflanzenreste, *Palingenia longicauda*-Leichen, abgeworfenen Larvenhäute und anderer tierische Abfälle (Fischleichen usw.) hierhergetrieben. In dem derart saturierten Wasserraum hat sich ein vorzügliches Biotop für zahlreiche Saprobionten wie *Anisonema acinus*, *Antophysa vegetans*, *Astasia lagenula*, *Bodo celer*, *Cercobodo longicauda*, *C. ovatus*, *Mastigamoeba limax*, *Menoidium incurvum*, *Monas vivipara*, *M. sociabilis*, *Oicomonas termo*, *Tetramitus rostratus* entwickelt. Auf der an der Oberfläche entstandenen Bakterienmembran schmausten zahlreiche Ciliatenarten.

Unter dem Staudamm bei *Tiszadada* enthielt das Plankton *Antophysa vegetans*-Kolonien in sehr geringer Zahl, sowie zellfreie Stielanteile und einige Individuen von *Bodo celer*.

Das Wasser des *Sajó* bei seiner Einmündung (unterhalb von *Tiszadob*) war von dunkelbrauner Farbe, trüb und übelriechend (Aufsammlung am 13. Juli 1956). Die am unteren Flusslauf einströmenden, übelriechenden Stoffe und Verunreinigungen drückten auch den darin lebenden Mikro-Organismen ihren Stempel auf. Auf den Ammoniakgehalt deutete auch die Vermehrung der verschiedenen Flagellaten- und Euglenophytenarten hin (*Astasia lagenula*, *Ma-*

stigamoeba limax, *Euglena granulata*, *E. viridis*, *Phacus caudata*, *Trachelomonas volvocia* var. *granulosa* und *Cryptomonas erosa*). Ausserdem war das Wasser von den verschiedensten Ciliatenarten belebt und enthielt reichlich tierische Eierablagen.

In der Nähe von *Tiszapalkonya* und *Tiszakeszi* fanden sich in Plankton ausser wenigen Schwefelbakterien nur *Bodo celer* und *globosus* in geringer Individuenzahl.

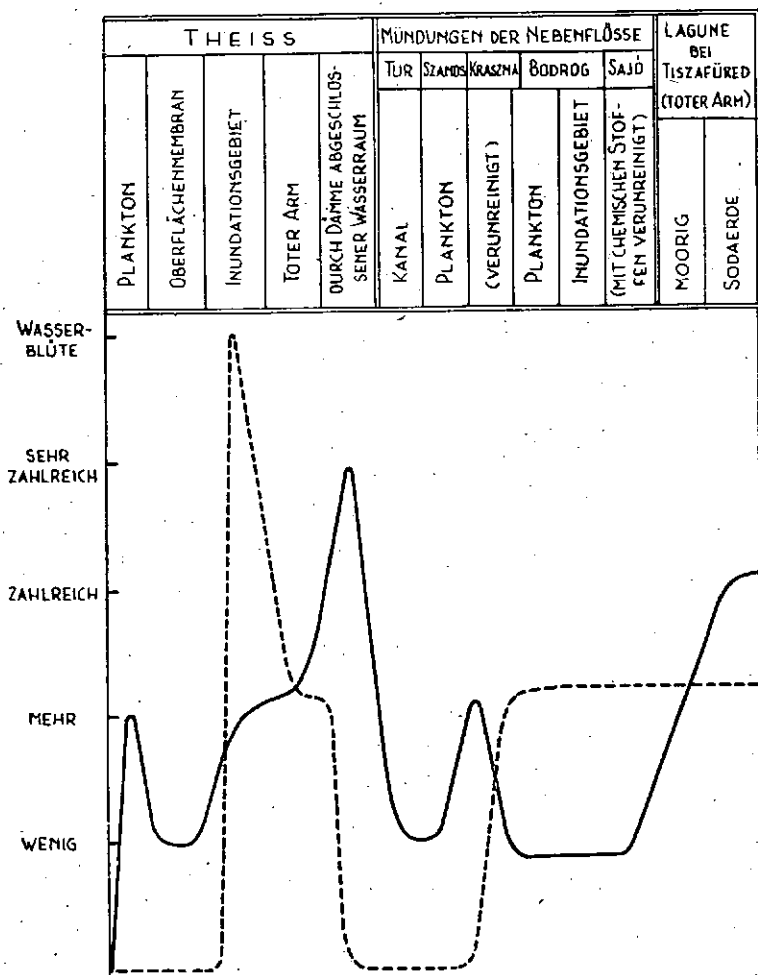


Abb. 2.

Bei *Tiszafüred*, der Endstation unserer I. Sammelreise, habe ich einen toten Tiszaarm untersucht. An einzelnen Stellen des mit weissen Feenrosen (*Nymphaea alba*) bedeckten Wasserspiegels wurden in der von Eisenbakterien gebildeten Oberflächenhaut einige Flagellatenarten (*Bodo celer*, *B. curvifilus*) und

einige Individuen der den Euglenophyten angehörenden *Euglena ehrenbergi*, *E. gracilis*, *Trachelomonas volvocina*, und *Tr. oblonga* gefunden. Auf dem dem Sodaboden zugekehrten Teile des Moores erschienen aber bereits die die Sauerheit des Wassers andeutenden (die Sammelstelle diente als Gänseteich) Flagellatentarten, darunter: *Astasia lagenula*, *Bodo globosus*, *B. lens*, *Mastigamoeba limax*, *Menoidium incurvum*, *Pleuromonas jaculans* und *Rhynchomonas nasuta* in unzähligen Populationen. Erwähnenswert ist auch die grosse Ciliatenzahl.

Als Endresultat kann festgestellt werden, dass in der Tisza und den ihr zugehörenden Ufergewässern, in den Altgewässern und den Mündungspartien ihrer Nebenflüsse Flagellaten in sehr grosser Artenzahl vertreten sind. Insgesamt konnten 43 Arten — im allgemeinen Ubiquisten — nachgewiesen werden, die besonders in langsam fliessenden Strecken und in dem saturierten Wasser der Inundationstümpel heimisch sind. Ihre Individuenzahl im Plankton der Tisza ist relativ niedrig, da ihre Vermehrung gewöhnlich mit der Saturation des Wassers zusammenhängt. Am häufigsten finden sich folgende Arten: *Antophysis vegetans*, *Astasia lagenula*, *Bodo celer*, *Bodo globosus* und *Trachelomonas volvocina*. (S. Abb. 2.)

Alles in allem kann die I. Tisza-Expedition als erfolgreich angesprochen werden. Wenn auch die zur Verfügung stehende kurze Zeit nicht gestattete, an den einzelnen Fundorte gründliche Sammlungen und Beobachtungen anzustellen, ermöglichte sie mir doch, durch den Vergleich der in den meinerseits regelmässig aufgesuchten Fundorten lebenden Flagellaten und ihrer ökologischen Lebensbedingungen wertvolle und nützliche Daten für meine weiteren Forschungen auf diesem Gebiete zu erhalten.

Schwämme

Der Teichschwamm *Spongilla lacustris* wird von SEBESTYÉN (64) aus der Tisza bei Szeged erwähnt, während SZILÁDY (80) *Spongilla carteri* aus den nordöstlichen Nebengewässern der Oberen Tisza anführt. CHOLNOKY fand im Jahre 1922 in einem toten Tiszaarm bei Porgány *Ephydatia fluviatilis*, jedoch ist dieser Befund noch nicht publiziert worden. CSÖNGÖR sammelte 1934 in den Erdgruben bei Tápió *Spongilla lacustris*, während das Institut von GELEI dieselbe Art hier ebenfalls auf sammelte.

Cnidarien

KESSELYÁK (44) fand und veröffentlichte im Jahre 1943 aus der Tisza und dem Maroswinkel die Hydra *Cordylophora caspica*. Dieser Fundort ist auch heute der einzige im Karpathenbecken. Im Herbst 1956 haben auch Mitarbeiter des Szegediner Systematisch-Zoologischen Institutes, so u. a. KORMOS, sie erneut angetroffen. Als Novum wurde festgestellt, dass diese Hydra auch in Symbiose mit Bryozoen lebt. Es ist bei niedrigem Wasserstand (—137,9) zu auf sammeln, bei Szeged. Ihre globale Verteilung gliedert sich in 5 Provinzen: im Norden: USA, 40°; Südamerika beim südlichen Wendekreis; in Nordwest-Europa, 50—60°; Pontokaspimediterraneum und Australien bei 30—40°.

Plattwürmer

Aus der Tisza, der Maros und ihren Altwässern bei Szeged, Deszk, Szőreg, und Hódmezővásárhely erwähnt GELEI (25) *Planaria lugubris*, *Planaria torva*, und *Dendrocoelum lacteum*. EDELENYI (15) führt 21 Arten von Schmarotzern der entlang der Tisza lebenden Frösche an. Am häufigsten fand er *Acanthocephalus ranae*- und *Rhabdias rubrovenosum*-sowie *Oplectana acuminata*-Arten.

Rotatorien

Aus der Altgewässer bei Tokaj wird *Squatinella lamellaris* bereits im Jahre 1877 erwähnt. Die einzige Angabe von FRH. (21) bzgl. der Tisza ist das Vorkommen von *Anurae foliacea*. VARGA (83, 84) und SZÉKELY (75) liefern ausgedehnte Kenntnisse, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Charakteristisch fanden sie die *Keratella quadrata*- und *cochlearis*-, *Polyarthra platyptera*-, *Brachionus urceolaris*-, und *Schizoceras diversicornis*-Arten.

Anneliden

Piscicola piscium erwähnt SZILÁDY (79) von aus der Tisza (bei Csongrád) gefangenen Karpfen, während sie von GELEI in der Umgebung von Szeged erwähnt wird. FRH (21) erwähnt aus der Tisza auch *Hellue octoculata* und *Cystobranchus respirans*. KESSELYÁK (45) beschreibt zwei Wasser-Oligochaeten: *Aelosoma hemprichi* und *quaternarius*. Die medizinischen und Pferde-Blutegel, sowie die Lumbriciden der Inundationsgebiete sind allgemein verbreitet.

Die bei der Section von Fischen erhaltenen Würmer

Von den vom Januar bis Oktober 1956 im Laufe von 49 Sammlungen gefangenen Fischen wurden 103 Fische (9 Arten) untersucht, deren Gedärme folgendes feststellen liessen: von den 9 Arten waren 5 (*Acipenser ruthenus*, *Barbus barbus*, *Cyprinus carpio*, *Lucioperca lucioperca* und *Silurus glanis*) infiziert. Die Gesamtinfektion betrug 38,83%.

Die *Acipenser ruthenus*-Exemplare waren infiziert mit *Echinorhynchus plagiccephalus*, *Crepidostomum auriculatum*, *Azygia lucii* und *Ascaris trunclata*, während in den Barben *Pomphorhynchus laevis* und eine *Caryophyllaeus* sp. schmarotzte.

Die *Cyprinus carpio* enthielten *Pomphorhynchus laevis*, *Echinorhynchus* und *Caryophyllaeus* sp. und in *Lucioperca lucioperca* konnten *Cucullanus elegans* nachgewiesen werden, während die *Silurus glanis*-Individuen *Pomphorhynchus laevis*, *Ichthyotaenia oculata*, *Acanthocephalus* und *Cestoda* sp.-Infektionen zeigten.

Ein 100%-igen Infekt bestand bei *Barbus barbus*, 68,1% betrug die Infiziertheit bei *Silurus glanis*, 44,44% bei *Acipenser ruthenus*, 25% bei *Lucioperca lucioperca* und 17,86% bei *Cyprinus carpio*.

Krebse

Dominierend unter den niedrigen Krebsen fand JUNGMEYER (41) im Inundationsgebiet bei Makó die *Cyclops strenuus*-, *Diaptomus zachariasii*- und

salinus-Arten. Letztere ist eine aus Siebenbürgen hierhergespülte Art. KLIE (46) erwähnt mehrere Cyprisarten aus den Inundations Gewässern des Urmoorwaldes. Aus der Tisza wird erstmalig von DUDICH (12, 13) an einem Fundort am nördlichen rechten Tiszaufser in der Nähe von Szeged *Jaera nordmanni* und *Dicerogammarus haematobaphes* erwähnt. Ebenfalls DUDICH beschreibt das Vorkommen von *Niphargus mediodanubialis* in dem Überschwemmungsgebiet und dem Urmoorwald der Tisza und in dem Ufergewässer bei Tápe. Auch 4 Amphipodenarten fand er hier vor. Die charakteristischen Krebse des Mesoplanktons der Tisza sind nach MEGYERI (55) *Bosmina longirostris*, *Cyclops vernalis*, *Diaptomus gracilis*, *Chydorus sphaericus*, *Diaptomus brachyurum*, *Cyclops strenuus* und *Leptodora kindti*. An den Steinwällen leben — sich im Schutze des Gesteins ausbreitend — auch die *Gammariden* und *Corophium curvispinum*, welch letztere Art WOYNÁROVICH (86) auch aus dem Bodrog nachweisen konnte. — Landbewohner Asselkrebse sind an den Ufern der Tisza und der Maros in Lehmgruben und Erdrissen stellenweise reichlich anzutreffen, desgleichen auch in nördlicheren Tiszaabschnitten entlang des Tur-Kanals und in südlichen Strecken auch an der Jugoslawischen Grenze.

Von den Krebsen höherer Ordnung wird der Flusskrebs *Potamobius fluviatilis* zuerst von ENTZ (18) im Jahre 1909 als in der Tisza »stellenweise« vorkommend erwähnt. Diese Exemplare sind offensichtlich aus den Gebirgsgegenden abgeströmt worden. Die gemeinen Binnenseekrebse gibt MARSIGLI (54) zuerst im Jahre 1726, und dann erst wieder im Jahre 1794 aus der Tisza bekannt.

Viefüssler

Auf Grund der ausgezeichneten Forschungen von SZABÓ (73) wissen wir, dass auf den Inundationsgebieten der Tisza (*Nagyfa, Deszk, Porgány, Szeged-Boszorkánysziget*) *Polydesmus complanatus* die dominierende Art ist. In größerem Masstabe sind auch *Geophilus longicornis* in den Uferregionen verbreitet. Die Zahl der Arten in Überschwemmungsgebieten beträgt insgesamt 25, von einer Rekapitulation derselben soll an dieser Stelle ebenfalls Abstand genommen werden.

Insekten

In Anbetracht des umfangreichen Materials und der Tatsache — dass die Daten dieses grossen Materials — abgesehen von wenigen Ausnahmen — auf das Vorkommen der Arten in Schwemmgebieten und im Wasser nicht näher eingehen, wollen wir im folgenden in alphabetischer Reihenfolge der Autoren einige interessante Angaben mitteilen:

CHERNEL (2) an den Uferdämmen finden sich reichlich *Gryllus campestris*. CSIKI (4) die *Cicindela* der Sandbänke des Tiszaufers stellt die *hybrida*-Art dar. Das charakteristische Insekt der *Magyarkanizsaer* Ufer ist *Bembidion velox*. Bezeichnend für die Inundationsareale der Oberen Tisza ist *Duvalius rambousekianus*. Im Tisza- und Marosgeschiebe finden sich *Patrobis athrorufus*. CZÓGLER (9) förderte vom Tiszagrunde *Aphelocheirus aestivalis*-Wanzen zutage und CSONGOR berichtet über »Karpfenwürmer« in der Umgebung von Szeged. Nach FRH (21) ist eine Besonderheit der Tisza die Eintagsfliege *Ephemeridae* und *Apatura ilia*. ERDÖS (19) befasst sich insbesondere mit der angetriebenen Käferfauna der Maros. Eine eingehende Schilderung seiner vorzüg-

lichen Arbeit kann hier ebenfalls nicht gegeben werden. HALÁSZFY (31) führt zwei Wanzenarten von den Tiszaufeln an: *Aethus nigrus* und *Geotomus elongatus*. — JUNGMAYER (41) wird der Larve der Libelle *Ranatra vulgaris* auf dem Überschwemmungsgebiet bei Makó ansichtig. — MARSIGLI (54) tut 1726 der (»Körösblüte«) *Palingenia horaria* bei Titel und der (»Marosblüte«) *Palingenia longicauda* aus der Nähe von Szeged Erwähnung und veröffentlicht auch eine Holzschnittzeichnung einer Weizenwanze. MÓCZÁR (60) zählt einige Ufer-Hymenopteren auf: *Amplius fuscus paganus* (Uferregion der Körösmündung); *Cleptes semiauratus* (Tiszaufer bei Rákóczi-falva); *Diodontus minutus* (Szeged-Boszorkány-sziget). Den Ausführungen der MÁV (53) zufolge sind die dominierenden Mückenarten der Überschwemmungsterraine: *Aedes vexans*, *A. hungaricus* und *A. sticticus*. Eine charakteristische Microlepidoptera ist *Chamaesphaecia hungarica*. Der bezeichnende Weichkäfer der Galeriewälder ist *Cantharis pallida*. — In dem OMM. (61) sind auf den Tisza-inseln in den Höhlen alter Bäume wilde Bienen und auf den Bäumen hängende Wespennester erwähnt. Innerhalb der ungarischen Grenzen fällt auch die Tisza-Gegend in das Gebiet der Heuschreckenzüge, welches nach SCHENK von Tokaj bis Szolnok und Szeged reicht. STILLER (69) gibt eine Beschreibung der Käferfauna Szegeds. SZENTIVÁNYI (77) nennt den Nebenbach der Schwarzen Tisza, Kevele, als charakteristischestes Biotop des Schmetterlings *Argynis ino*. ZILAHY—SEBES (87) teilt zahlreiche schöne Ergebnisse betreffs der Fliegenfauna von Szeged und Umgebung mit, jedoch finden sich in seiner Arbeit wenig direkte Angaben in bezug auf die Biotope des Inundationsgebietes und der Ufer. Er betont das Vorkommen der *Clinohelia unimaculata* in Urmoorwald-Überschwemmungsterritorien und zählt hier auch mehrere Heleiden auf. VÁNKY u. VELLAY (82) erwähnen 159 Käferarten von dem weidenbestandenen Ufer, dem Überschwemmungsgebiet und Inundationswiesen bei Tápió, deren erneute Rekapitulation nicht angestrebt wird.

Zusammenfassend ergeben sich als mediterrane Insektenelemente *Dyschirius substriatus*-, *Stiliculus graecus*-, *Bembidion velox*-, *Athleta coriaria*-, *Oniticellus pallipes*-, *Chrysis equestris*-, und *Agania hircana*-Arten, als nordisch-montane Elemente die *Duvalius rambousekianus*-, *Sirex phantoma*-, *Culicoides latipennis*- und *Atrichopogon parvulus*-Arten; zugeströmte Elemente sind *Patrobis athrorufus*-, *Carabus auratus*-, *Quedius transsylvanicus* und die *Elater tristis*-Arten. Näheres siehe noch in der zitierten Arbeit von ERDŐS (19).

Wasser-Hemipteren

Der grösste Teil der bisher aus der Umgebung von Szeged nachgewiesenen 32 Arten ist — von wenigen Ausnahmen abgesehen — in der Tisza, deren Altwasser und den Wässern der Überschwemmungsgebiete anzutreffen.

Ein Bodenbewohner ist *Aphelocheirus aestivalis*. In 3—4 m Tiefe lebt *Naucoris cimicoides* und im Flusse selbst ist auch *Nepa cinerea* anzutreffen. *Gerris paludum* ist eine charakteristische Art des Inundationsgebietes der Tisza und an der Oberflächen der stillen Wasserpforten stets auffindbar.

Eine eigenartige Wasserwanzenfauna hat sich in der Tangvegetation, in den Ritzen zwischen den an den Flussufern ausgeketteten, aus Tannen- und Pappelstämmen zusammengetakelten Flosshölzern herausgebildet.

CZÓGLER hat von 1920 ab 20 Jahre hindurch, und ich selbst von 1934 ab, Wasser-Hemipteren gesammelt. (Das Material wurde hauptsächlich von der *Boszorkánysziget*, dem Ufer der Unteren und Oberen Tisza, *Körtvélyes*, *Sásér*, von der Altwassern bei *Hattyastelep* usw. gesammelt.)

Betreffs der verschiedenen Wasser-Hemipteren-Assoziationen lässt sich feststellen, dass sie assoziationsindifferent sind. An den Inundationsgebieten sind Phragmition, Potamion, Nanocyperion, Bidention und in den Sümpfen überdies auch Nuphareto- besonders Nuphareto-Castalietum- in Pflanzenassoziationen erfolgreich zusammeln.

Die Teilnahme an der I. Tisza-Expedition bot mit Gelegenheit, Vergleiche anzustellen zwischen dem bekannteren südlichen und dem weniger bekannten nördlichen, oberen Flusslauf. Leider hatte die 5 tägige, stellenweise nur herumtastende Aufsammlung nur geringe Ergebnisse.

Bei der Mündung des Tur-Kanals, in einer geschützten Bucht, fand ich an der Wasseroberfläche Exemplare der eher aus Stillgewässern bekannten *Gerris lacustris*-, (Mikropter-, Hypobrachypter-, Brachypter-, Hymakropter-, Makropter-Formen und darüber hinaus auch Übergangsformen und Larven) während hinter *Vásárosnamény*, nahe des *Bagi*-Waldes, in den zurückgebliebenen Pfützen der Sandbänke am linken Tiszauf *Naucoris cimicoides* zum Vorschein kamen.

Aus dem Wasser der Überschwemmungstümpel und entfernteren Lagunen der Produktionsgemeinschaft von *Nagyhalászi* sammelte ich *Gerris argentatus*, *Sigara falleni* und *hieroglyphica*, Imagines und Larven; an der Wasseroberfläche der Tisza huschten *Gerris paludum*-Individuen herum (Makro- und Hypobrachypter-Formen und Larven).

Vis à vis von *Bodrogkeresztúr*, traf ich in einem Tümpel am linken Tiszauf zusammen mit *Donacia crassipes* und Dytisciden *Gerris thoracicus* (Makropteren und teilweise entwickelte Larven), *Sigara falleni* und *hieroglyphica*-Exemplare (darunter zahlreiche Larven) an. Auch konnte ich *Notonecta*-Larven, *Cymatia coleoptrata*, *Naucoris cimicoides* und *Ranatra linearis* (mitsamt zahlreichen Larven) einholen.

Bei *Tiszapalkonya* fanden sich am Ufer und an der Wasseroberfläche um das Schiff »LÁSZLÓ« zahlreiche *Gerris paludum*-Individuen in copula.

Bei *Tiszafüred* konnte ich aus dem Wasser des herrlichen Alt-Sumpfes zwischen Fluss und Stadt (Hydrocharition Myriophylletö-Nupharetum, Bolboschoenion, Magnocaricion) folgende Arten sammeln: *Gerris lacustris*, *Microvelia reticulata* (Makropter), *Hebrus ruficeps* (Mikropter), *Notonecta glauca* und *marmorea*, *Plea leachi* (mitsamt vielen Larven) und *Naucoris cimicoides*.

Insgesamt konnte ich 16 Arten aufsammeln, was etwa 50% der zu erwartenden Arten entspricht, einige von ihnen (*Gerris lacustris*, *Naucoris cimicoides*) kamen damit an ungewohnten Fundorten zum Vorschein.

Palingenia-Beobachtungen

Anlässlich der I. Tisza-Expedition bot sich mir eine ausgezeichnete Gelegenheit, während Der Tour die Ergebnisse der Beobachtung des 5 Tage hindurch anhaltenden Schwärmens der »Tiszablüte« zu verfolgen. Es zeigte sich, dass an den Strecken der Oberen Tisza das massenhafte Erscheinen der Tiszablüte,

d. h. der *Palingenia*-Schwärme, im Verhältnis zu den südlicheren Tiszaabschnitten gewöhnlich verspätet ist.

Die örtliche Verteilung der »Tiszablüte« hängt nicht allein von der Menge des Wassers ab, was ja eine bekannte Tatsache ist (hoher Wasserstand: wenig, und niedriger Wasserstand: reichlich *Palingenia*-Exemplare), sondern sie wird auch von der Gestaltung des Ufers beeinflusst. Am massenhaftesten traf ich die Tiere dort, wo steile, lehmhaltige Uferwände mit entsprechender Vegetation das Häuten begünstigten. Wo diese fehlten, hatte sich der Hochzeitsflug zur Flussmitte hin verschoben.

Die frühere Hypothese, dass die Palingenien an der sonnigen Seite stärker schwärmen, ist nicht stichhaltig. Während dieser 5 tägigen Forschungsreise konnte ich mich auch gerade von dem Gegenteil überzeugen. Weder die Erscheinungszeit, noch die Reihenfolge des Erscheinens der Geschlechter sind Gesetzmässigkeiten unterworfen. Ich beobachtete, dass die weiblichen Tiere früher erschienen als die männlichen. Was den Zeitpunkt des Schwärmens anbelangt, begann dieses hier viel früher als zu dem bei Szeged üblichen Termin, Ende Juni oder auch (die sommerliche Zeitrechnung miteingezogen) als in meinen vom Juni-Juli 1954 mitgeteilten Beobachtungen in der Umgebung von Szeged.

Nähere Einzelheiten enthält die nach meinen Ergebnissen von SZABADOS zusammengestellte Tabelle. (Abb. 3).

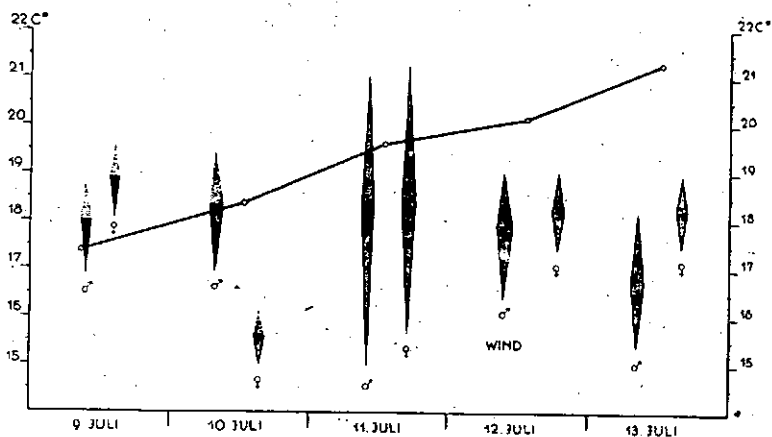


Abb. 3.

Einige Beobachtungen an Insekten

In dem feuchten Detritus und zwischen dem Geröll unmittelbar am Ufer sowohl der Oberen als auch der Mittleren Tisza-Strecke sind 1—2 Arten der Bembidioniden und Staphyliniden am häufigsten. Diese sind hier das ganze Jahr hindurch anzutreffen. An den Sandbänken ist dieses Ufer-Biotop bis in den späten Herbst hinein von der *Cicindela hybrida* wahrhaft charakterisiert. An den feuchten Uferländern sowohl der lebenden als auch der toten Tisza ist die *Tetramorium caespitum* (Rasen-Ameise) überall gemein. Zu Zeiten der

Überschwemmung flüchten die Tiere auf Bäume und Sträucher, wo sie bei anhaltendem hohen Wasserstand massenhaft zugrunde gehen. Bei *Tiszadada* stiess ich am Ufer zum erstenmal auf ein *Formica rufa*-Nest. Von den terricolon Insekten ist noch *Labidura riparia* zu erwähnen, der zwar in geringer Individuenzahl, aber an grösseren Sandufern früher oder später doch zum Vorschein kommt. An den Hängen der Tiszadämme nistet gewöhnlich die Art: *Bombus terrestris*, häufig ist *Gryllus campestris* und stellenweise schlüpfen im Frühjahr massenhaft Georgenkäferchen aus. *Gryllotalpa vulgaris* ist seltener; in grösseren Populationen findet sie sich vorwiegend in der Nähe von Újszeged.

Von den plankticolen Käfern sind am verbreitetsten die Weidenkäfer, die ich übrigens massenhaft entlang der Oberen Tisza von *Tiszabecs* an auch in copula antraf. Im Spätherbst sind — wenn auch selten — immer vereinzelte Exemplare in den Weidenbeständen des Ufers anzutreffen. Die Gallerienwälder sind durch *Cantharis pallida* charakterisiert. Reichlich finden sich u. a. *Sepyrionia coleoptrata* und andere, auch anderweitig allgemein verbreitete Käfer. Im Frühjahr rasten an der Rinde der Weiden zahlreiche *Nemura variegata*-Exemplare, von denen vereinzelte aber auch noch im September vorhanden sind. Infolge des vermehrten Steinwehren an den Ufern finden die auf die Steine gewebten Trichoptera-Puppen immer grössere Verbreitung.

Echte Spinnen

Von den Überschwemmungsgebieten werden von KOLOSVÁRY (47, 48) nur wenig charakteristische Arten erwähnt. Es handelt sich bei ihnen zumeist um allgemein bekannte hydrophile Spinnen (von ihrer Wiederholung sehen wir ab). Biologisch interessant ist die Beobachtung, dass die grosse pontocaspimediterrane *Hogna singoriensis*-Spinne an kahlen Inundationsgebieten (in der Umgebung von Szeged) ebenfalls unter dem Eispanzer der Tisza in der Erde überwintert und im Frühjahr manchmal in grossen Mengen vor der Feuchtigkeit in abgelegene Gebiete flüchtet. Die charakteristischste Begleitform der Überschwemmungsgebiete sind *Aranea cornuta*, *Singa* und *Pachygnata*-Arten. Auf dem Ufersande und an den Uferregionen überhaupt dominiert *Tarentula nebulosa*. Das ganze Jahr hindurch leben in den Erdoberflächen-Biotopen mit feuchterem und kühlerem Mikroklima (in Lehmritzen und im Detritus) die im Sommer sonst in höhere Berggegenden segelnden kleinen *Micryphantes* Spinnchen. Allgemein bekannt, aber nicht häufig, ist in Erdgrubengewässern und Altwassern die *Argyroneta aquatica*. Als nördliches Treibgut findet sich in Olaszliszka die *Tegenaria domestica*, während die *Maros* als Treibarten: *Drassodes heeri*, *Lepthyphantes terricola* und *Lycosa blanda* und *alba* mit sich bringt (Biol. Kut. Int. Munk. 1931 und Festschrift für E. Strand III). Nach den Angaben von FRH (21) ist die einzige heimische Fundstelle der mediterranen *Trichonchus scrofa*: Tokaj bei der Tisza.

Weberknechte

Im allgemeinen sind sie an den Inundationsflecken selten. *Phalangium cornutum* ist überall vertreten, aber nur in geringer Individuenzahl. Bei Milota sammelte ich *Lacinius*-Arten. An dem gebirgigen Flusslauf der Oberen Tisza

finden sich *Ischyropsalis dacica*, *Mitopus morio* und bei Csóka am südlichen Abschnitt *Platybunus bucephalus*. Der Art: *Zacheus variegatus* wurde aus Makó bei dem Nebenfluss Maros von KOLOSVÁRY (50) gemeldet.

Milben

Sperchon brevisrostris wurde neben der Schwarzen und der Weissen Tisza, *Hygrobatas calliger* in der Nähe der Weissen Tisza und *Torrenticola barsica tiscialis* bei Tiszabogdány gesammelt: SZALAY (76). (Einzelheiten sind in den Ann. Mus. Nat. Hist. Hung. 1953.)

Mollusken

Von den überaus reichen Literaturangaben seien nur einige herausgehoben: SOÓS (66) teilt als erster *Theodoxus transversalis* und ENTZ (17) zuerst 1898 *Dreissensia polymorpha* aus der Tisza mit. In der Molluskenforschung der Tisza haben sich CZÓGLER, ROTARIDES und HORVÁTH (8, 11, 37, 38, 39, 63) hervorgetan. Letzterer hat im Jahre 1955 in einer zusammenfassenden Studie die Molluskenfauna der Tisza bekanntgegeben. Bekannt sind die aus Siebenbürgen stammenden Treibelemente am Marosufer, bekannt ist gegenwärtig infolge der Zunahme der Steinwehren auch die Vermehrung der auf Steinen lebenden Molluskenfauna, die bereits mit der ansehnlichen Verbreitung der *Paludicella*-Bryozoe Schritt hält.

Neuerdings sind in Verbindung mit der Erosion der Tiszaufur auch viele subfossile und eiszeitliche Molluskenbänke aufgedeckt worden und mehrerorts können aus diesen älteren Schichten gewaltige *Unio*-, *Anodonta*- und *Vivipara*-Arten geborgen werden. Hier ergibt sich — gegenüber dem heutigen Vorherrschen der *Unio crassus* — die Dominanz der *Unio pictorum*, was sich daraus erklärt, dass früher die Tisza einen langsameren Lauf hatte, heute aber durch die Flussregulierung schneller fließt.

Über die Molluskenfauna der Strecke zwischen Tiszabecs und Tiszafüred

Die in der vorliegenden Arbeit behandelten Schnecken und Muscheln habe ich anlässlich der I. Tisza-Expedition im Juli 1956 gesammelt. Während der 6-tägigen Schiffsfahrt konnten wir nur an wenigen Stellen und nur für kurze Zeit aussteigen um zu sammeln, sodass ich über dieses von malakologischem Gesichtspunkte unerforschte und interessante Gebiet vorerst nur vereinzelte Angaben machen kann. Im folgenden sollen zunächst Zeit, Orte, Umstände und Ergebnisse der Sammlungen besprochen und später die Auswertung der Ergebnisse angeführt werden.

9. Juli.: Rechtes Ufer des Tur-Kanals an der Mündung, mit grasbewachsenen Gebieten und Röhricht. Im Wasser wenig *Galba truncatula*, am Ufer vereinzelt *Deroceras agreste* und *Arion circumscriptus*. Am Grunde des künstlichen Wasserfalles in dem auf der Steintreppe ans Ufer geschwemmten Detritus gefundene leere Gehäuse: 1 *Valvata naticina*, wenig *Vitrea crystallina*, viele *Cochlicopa lubrica*, *Vallonia pulchella* und *Zonitoides nitidus*. Im Detritus ziemlich reichlich lebende *Deroceras agreste*. Sáfránkert: Ein am rechten Ufer der Szamos, einige 100 Meter oberhalb der Mündung zwischen dem Mündungsgebiet von Szamos, Kraszna und Tur gelegener, von Menschen und Haustieren nicht gestörter Ort. Feucht, mit Weiden und viel Nesseln bestanden. Sehr zahl-

reich finden sich *Succinea putris* und *Fruticicola fruticum* und weniger zahlreich *Cepaea vindobonensis*. Unter den Individuen der letzteren Art fand ich auch eine var. *pallens*, eine Variante der sonnigen Gebiete, deren Vorkommen an diesem stark schattigen Ort überrascht.

10. Juli: Bagi-Wald unterhalb von Vásárosnamény am linken Steilufer der Tisza. Eichenwald. Wenig *Fruticicola fruticum* und *Zenobiella vicina*. Leere Gehäuse: *Cochlicopa lubrica*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia pulchella* und *Helix pomatia*.

Umgebung von Tiszaszentmárton: Überschwemmungsgebiet der Tisza. Wenig *Succinea oblonga*. Am allmählich abfallenden linken Ufer der Tisza an der Grenze von Győröcske: im Wasser auf Steinen *Lithoglyphus naticoides* und im Schlamm *Unio crassus* f. *ondavensis*. Wegen des hohen Wasserstandes konnte ich nur wenige Exemplare einholen. Die Muschelindividuen waren bedeutend flacher als der Durchschnitt der Szegediner Exemplare, was mit der morphologischen Anpassung an die schnellere Wasserströmung zu erklären ist. An den grasbewachsenen Inundationsgebieten sind *Succinea putris*, *Fruticicola fruticum* und *Deroceras agreste* häufig. Die *Fruticicola*-Exemplare waren von roter Farbe. Leere Gehäuse: *Carychium minimum*, *Cochlicopa lubrica*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia pulchella*, *Zonitoides nitidus* und *Zenobiella rubiginosa*.

Umgebung der Fischer-Residenz bei Nagyhalászi; feuchter, weidenbestandener Inundationsboden. Zahlreiche *Succinea putris* und *Fruticicola fruticum*. In den wassergefüllten Erdgruben *Anisus spirorbis*.

12. Juli: Inundationswiesen des linken Bodrog-Ufers gegenüber der Gemeinde Bodrogkeresztúr. Ein natürlich entstandener, mit Schilf umsäumter Inundationstümpel. In grosser Individuenzahl vertreten waren die Arten: *Limnaea stagnalis*, *Stagnicola palustris* f. *curta*, *Radix ovata*, *Physa fontinalis*, *Planorbis cornea* (kleine Exemplare), *Anisus planorbis*, *Anisus spirorbis*, *Segmentina nitida* und *Gyraulus albus*. In geringer Zahl fanden sich Exemplare der Zwergmuschel *Musculium lacustre*.

13. Juli: Weidenbeständenes Inundationsgebiet zwischen Tiszalök und Tiszadada: Wenige *Cochlicopa lubrica*. Tisza—Sajó-Winkel an der Mündung des Sajó: Viele *Deroceras agreste*. Am linken Sajó-Ufer wenig *Succinea pfeifferi*, am Tisza-Ufer *Unio crassus* f. *ondavensis*.

Tiszakeszi. Weidenbestandener Inundationsraum: Wenig *Succinea oblonga* und *Zenobiella rubiginosa*.

Tiszafüred. Linksseitiges Inundationsgebiet der Tisza. Mit Schilf und Wassergras bewachsener See: *Bithynia tentaculata*, *Radix ovata*, *Physa fontinalis*, *Planorbis cornea*, *Spiralina vortex*, *Gyraulus albus*, *Sphaerium corneum*. Entlang des Ufers im Grase: *Cochlicopa lubrica*, *Pupilla muscorum*, *Zonitoides nitidus*, *Deroceras agreste*, *Monacha carthusiana*, *Zenobiella rubiginosa*. Die Zahl der gesammelten Arten beträgt insgesamt 34. Zur Sammlung von fluviatilen Arten, die die Lebensweise in fliessenden Wasser bevorzugen, war wegen des hohen Wasserstandes kaum Gelegenheit. Von ihnen kamen die in der Tisza allgemein verbreiteten *Lithoglyphus naticoides* und *Unio crassus* f. *ondavensis* hervor. Hierher kann auch die *Valvata naticina* gerechnet werden, die nach Soós (67) in den seichten Ufergewässern, vorwiegend auf sandigem Boden, lebt. Es wurde nur eine einzige leere Schale an der Mündung des Túr gefunden. Über ihre Verbreitung in Ungarn ist noch kein klares Bild zu erhalten, da uns

sichere Daten über ihr Vorkommen kaum zur Verfügung stehen. 14 der gesammelten Arten sind als Bewohner von Stillgewässern anzusehen. *Bithynia tentaculata*, *Limnaea stagnalis*, *Radix ovata*, *Physa fontinalis*, *Planorbis cornea*, *Anisus planorbis*, *Anisus spirorbis*, *Gyraulus albus*, *Segmentina nitida*, *Sphaerium corneum* und *Musculium lacustre* sind auch an den Inundationsgebieten der Tisza bei Szeged heimische Arten. Bezüglich *Galba truncatula*. Überträger der Leberegelkrankheit (*Fasciola hepatica*) stehen uns betreffs der Inundationsareale um Szeged nur wenig Daten zur Verfügung; in Ungarn ist sie eher in Hügel- und Gebirgsgegenden verbreitet, in der Tiefebene kommt sie nur in alten Moorüberbleibseln häufig vor. *Stagnicola palustris* und *Anisus vortex* sind nach meinen Erfahrungen in den Überschwemmungsgebieten der unteren Tiszaabschnitte derart selten, dass anzunehmen ist, dass die hier gefundenen lebenden Exemplare vom oberen Flusslauf abwärts gespült worden sind. In den Urmooren der Tiefebene sind sie häufig; zahlreich waren sie aber auch dort, wo ich sie anlässlich der Expedition fand, nämlich in den Überschwemmungsgebieten der Bodrog und bei Tiszafüred. Die in den Inundationswiesen der Bodrog gefundenen *Planorbis cornea*-Exemplare erinnern mit ihre Kleinheit an die Exemplare der alten Moore, im Gegensatz zu den wesentlich grösseren Individuen der Überschwemmungsgebiete an den unteren Flussstrecken. Bei Algyő kam aus einer *Unio pictorum* eine 3 mm grosse Flussperle zum Vorschein (Bemerkung von CSONGOR). Von den amphibisch lebenden Arten fanden sich vier: *Carychium minimum*, *Succinea oblonga*, *Succinea pfeifferi*, von denen besonders die beiden letzteren stellenweise an den Inundationsgebieten der unteren Flussstrecke häufig sind. Die bedeutend seltenere *Succinea putris*, die in der Umgebung von Szeged schon seit Jahren nicht zur Beobachtung gelangte, hat sich in den gelegentlich der Expedition durchforschten Gebieten als ziemlich allgemein verbreitet und gemein erwiesen.

Die Land-Lungenschnecken sind in dem eingeholten Material mit 13 Arten vertreten. Die interessanteste hierunter ist die von einem Eichenblatt im Bagy-Walde gesammelte *Zenobiella vicina*. Es handelt sich dabei um eine endemische Karpaten-Art die bisher in der Tiefebene nur an einer einzigen isolierten Stelle, in dem Urmoor von Bátorliget als Reliktum bekannt war. *Arion circumscriptus* ist bei uns hauptsächlich den Gebirgsgegenden verbreitet. Die während der Expedition als allgemein verbreitete und gemeine Art erkannte *Fruticicola fruticum* ist in der Umgebung nurmehr subfossil, da hier die Inundationsgebiete trockner sind. In Ungarn lebt auch diese Art eher in den Gebirgsgegenden, ist aber in den Hainen längs der Donau auch gegenwärtig häufig. Die hier angeführten drei Arten sind auf Grund ihrer Lebensweise als Park-Bewohner anzusprechen. Weitere 7 Arten sind feuchtigkeitsliebende Ubiquisten, die in Ungarn sowohl in der Tiefebene als auch in den Gebirgsgegenden an zahlreichen Orten gefunden wurden. *Cochlicopa lubrica* und *Vitrea crystallina* sind in den Inundationsterrains der unteren Flussstrecke selten, wenigstens liegen von ihr nur wenige Angaben vor. Häufiger ist *Pupilla muscorum* und noch viel häufiger *Deroceras agreste*, während *Vallonia pulchella*, *Zonitoides nitidus* und *Zenobiella rubiginosa* stellenweise allgemein gemein sind.

Die während der Expedition gesammelten 3 thermophilen der Arten südlicher Herkunft: *Monacha carthusiana*, *Capaea vindobonensis* und *Helix po*

matia scheinen an den südlicher gelegenen, wärmeren Überschwemmungsgebieten viel häufiger zu sein.

Aus Schiffsbewuchs kamen *Ostrea*-Gehäuse in Újszeged, auf der Inundationswiese gegenüber dem Agrarwissenschaftlichen Institut zum Vorschein (CSONGOR).

Bryozoen

Mit der zunehmenden Anlegung von steineren Uferschonungseinrichtungen (Schutzwehren) hat eine rege Fortpflanzung eines Teiles der Moostierchen eingesetzt. FRH (21) teilt nur das Vorkommen einer einzigen Art, der *Plumatella repens*, aus der Nähe von Szeged mit; die auch heute noch an mehreren Orten anzutreffen ist. Neuerdings kam sie aus Überschwemmungsgebieten nördlich von Algyő zum Vorschein. An Steinen haftend kommt dagegen *Fredericella sultana* und auch *Paludicella* immer häufiger vor. Die Kolonien von *Fredericella* überschreiten die üblichen 10 cm Grösse; zusammen mit ihnen leben die *Cordylophora caspica*-Kolonien im *Cordylophora*-Horizont. Die grössten und schönsten *Fredericella*-Kolonien fand ich an den Steinen des Uferschutzes im Tisza—Maros-Winkel. Ihre Verbreitung in vertikaler Richtung geht selbst über den *Cordylophora*-Horizont hinaus. An denjenigen Uferpartien, wo mit Öl betriebene Saugmaschinen arbeiten, werden durch das ausfliessende Öl auch die Moostierchen vernichtet. Aus der altwassern wurde die Art *Alcyonella fungosa* bekannt.

Fische

Von einer Rekapitulation der überaus reichlichen Literaturdaten soll auch hier kein Gebrauch gemacht werden. Als lohnend erachten wir aber die Mitteilung zweier biologischer Einteilungen. WOYNÁROVICH (86) unterscheidet Meereseinwanderer, Süsswasserwanderer, Überschwemmungswanderer im Frühjahr und Sommer, in 1000 lebende und unstete Arten. Die HANKÓ-HOMÉRSCHÉ Einteilung (32, 33) lautet folgendermassen: Ureuropäische Arten (auch in Fossilien), circumpolare Elemente, Elemente aus der Zeit vor der geologischen Abtrennung Englands, pannonische Eingeborene, pontinische Einwanderer, nördliche Einwanderer, mediterrane Meereseinwanderer und importierte USA-Elemente.

Die KÁROLISCHE (43) regionale Gliederung: der Stirl dringt bis nach Mármaros vor, der Stör bis Tokaj, der glatte Stör bis Szolnok, der Güldenstädter Stör bis Vezseny und der Hausen bis Szolnok.

Was die Frage des Endemismus der Fische anbelangt, kann hier auf zwei Literaturangaben aufmerksam gemacht werden. VLADIKOV [siehe bei DUDICH (14)] hat in der Fischfauna der Oberen Tisza *Cobitis montana*, *Lampetra bergi*, *Gobio frici*, *Gobio gobio carpathicus* und *G. uranoscopus carpathorussicus* nachweisen können und JÁSZFALUSI (40) beschrieb ebenfalls zwei Endemismen, eine *Gobio*- und eine *Cobitis*-Arten (1949).

Der Zwergwels wurde in der Tisza zuerst von FARKAS (20) erwähnt, heute ist er in der Tisza überaus stark verbreitet. Den Riesen-Wels hat seinerzeit GELEI (26) beschrieben. Der grösste *Anguilla anguilla* befindet sich im Systematisch-Zoologischen Institut der Universität zu Szeged. Er hat eine Länge von 70 cm und wurde in der Nähe von Szeged gefangen. (Das Museum von Szeged bewahrt in seiner Sammlung 2 *Anguilla*-Exemplare auf.)

Der für stille Gewässer charakteristische *Misgurnus fossilis* wurde 1956 aus der Tisza bei dem Oberen *Ludvár* von Tiszafahrern gefangen.

Mit der Ernährungsbiologie der Fische der Tisza beschäftigt sich gegenwärtig Frau SZÉKELY (74).

In Erdgruben sind wir im Sommer nach dem Rückgang des Wassers mehrerorts auf zurückgebliebene Jungfische gestossen, die während des herbstlichen Austrocknens der Erdgruben zugrundegegangen.

Amphibien

Gemein sind *Triturus cristatus danubialis* und *Tr. vulgaris vulgaris* hauptsächlich in den Gewässern der Erdgruben. Ebendort, aber auch in dem industriell verunreinigte Wasser dieser Erdgruben lebt die rotbauchige Unke. In den Inundationsgebieten ist von den zwei Krötenarten *Bufo viridis* die häufigere. Aus der Nähe von *Makó* wird aus Inundationswiesen *Pelobates fuscus* gemeldet. Wenngleich die dominierende Art der Erdgruben *Bombina bombina* ist, wimmeln doch die frischen Bodenpartien der im Austrocknen begriffenen Erdgruben von jungen *Rana*-Arten. Ein gemeiner Bewohner der Galeriewälder, aber in geringer Individuenzahl verbreitet, ist der Laubfrosch (*Hyla arborea*).

Die *Rana*-Arten sind bis in den Spätherbst hinein die ausdauerndsten, charakteristischen Amphibien der Tisza-Ufer. Stellenweise geniessen sie in grossen Mengen den herbstlichen Sonnenschein, darunter manche in gründlich ausgehungertem Zustande. Nach SZILÁDY (79) ist *Rana dalmatina* in den Galeriewäldern entlang der *Maros* sehr häufig zu finden.

Reptilien

Über die Eidechsen ist bisher faunistisch nichts besonderes zu verzeichnen. Von dem Gebirgslauf der Oberen Tisza wird *Vipera berus* erwähnt. Nach den Angaben des FRH (21) ist *Zamenis gemonensis typica* in der Nähe von *Tokaj* beobachtet worden, es ist aber nicht klar, ob diese Angabe sich auf Inundationsgebiete bezieht. Ebenso zweifelhaft ist die Erwähnung der *Coronella austriaca* von KÁROLI (42) aus der Gegend von *Szeged*. Im Wasser der Tisza allgemein ist die *Natrix natrix*, deren Junge von den grösseren — hauptsächlich von den aus südlicher Richtung getriebenen — Wellen in grösserer Zahl ans Ufer geschwemmt werden. P. AGÓCSI teilt mit, dass *Vipera berus* in die Waldungen von Bockerek und Bagi heimisch sei.

Die *Emys orbicularis* ist gemein, wurde aber sowohl nach Literaturangaben, als auch auf Grund eigener Auf-Sammlungsergebnisse bisher nur aus der *Maros*, aus der Tisza bei *Szeged*, von den Inundationsflächen bei *Szolnok* und den Tiszaufeln bei *Tokaj* gemeldet. CSONGOR und CZÓGLER sahen die Art in der Tisza, nahe der Fähre bei *Tápé* herumschwimmen.

Vögel

In allgemeiner Hinsicht haben die grössten Veränderungen in der Vogelwelt stattgefunden, die überaus grossbedeutend im Verhältnis zum »Gestern« sind.

Beiträge zur Vogelwelt der Tisza

1. Körösmező im Nov. u. Dez. 1939. — Auf den Felsen der strömenden Gebrügsässer *Cinclus cinclus* und Eisvögel, in den Sträuchern *Troglodytes troglodytes*, *Parus major*, *P. palustris*, *P. coeruleus*, auf den Erlen *Chrysomitris spinus*, auf hohen Bäumen wiederholt kleinere *Emberiza citrinella*-Scharen, sowie vereinzelt *Fringilla coelebs* und *Pyrrhula pyrrhula*.

Mehrmals kamen *Certhia familiaris*-Exemplare und einmal eine *Parus ater*-Schar zur Beobachtung. Häufig waren Buntspechte (*Dendrocopus maior*) und des öfteren auch Feldspatzen in grosser Schar anzutreffen. Einmal kam mir auch auf den Disteln eines Inundationsraumes eine *Carduelis carduelis*-Gruppe zu Gesicht. Auf höheren Erlen sah ich *Nucifraga caryocatactes* und in dichterem Gebüsch schlug auch die Stimme des Königchens an mein Ohr. Von den Raubvögeln sah ich einmal einen Sperber (*Accipiter nisus*), dergleichen einmal auch einen *Archibuteo lagopus* auf den hohen Bäumen einer Inundationswiese sitzen.

2. Auf dem Gebiete zwischen der südlichen Landesgrenze und Csanytelek seit 1925.

A) Nistende Vögel.

a) Ufer-Mauer der Tisza. In den steilen Löswänden sind selbst mehrhundertfache Nester von *Riparia riparia* keine Seltenheit. Auf das Nisten eines Eisvogels wurde ich einmal bei Porgány aufmerksam, der hier im Monat Juni Wochen hindurch auf die im Becken des Pumpwerkes wimmelnden kleinen Jungfische ausdauernd jagte und seine Beute heimtrug. Sein Nest habe ich nicht aufgesucht. Das Nisten einer *Merops apiaster* habe ich bei Dorf: Anyás vor etwa 20 Jahren beobachtet. Konnte damals aber nur ein Paar ins Gebüsch huschen sehen. Seither hat die Zahl der nistenden *M. a.* bedeutend zugenommen. Im Mai 1955 hatte ich anlässlich einer Schiffsreise von Mindszent nach Szeged Gelegenheit, über der Tisza ungefähr 14—15 Paare auf ihrem Hochzeitsflug zu beobachten. Im Jahre 1952 wurden mir aus der Lösswand nahe der Fähre bei Tápe zwei Exemplare eingebracht, die man im Neste gefangen hatte.

b) Inundationsgebiet der Tisza. In den Kronen der 2,5 m hohen, gestutzten Weidenbäume auf den alten grasigen Abschnitten der Erdwälle der Inundationsgebiete beobachtete ich das Nisten von Wildenten. Im Schilf sah ich einmal ein Nest der *Gallinula chloropus* und im Dickicht des Maulbeergestrüpps das Nest eines *Anas strepera*, wo auch mehrere Fasanen-Paare nisteten. Auf den landwirtschaftlichen Gebieten bauen auch Rebhühner und Wachteln ihre Nester. In den Höhlen alter Weidenbäume konnte ich folgende nistende Arten feststellen: *Asio otus*, *Upupa epops*, Dohlen, *Sturnus vulgaris* und *Ruticilla*. In Pappel-Löchern nisten *Coracias garrulus* und *Picus viridis*, in Sträuchern *Lanius collurio* und *Sylvia*. In Sasér nisteten im Jahre 1950 *Turdus merula*, und ein *Remiza pendulina*-Nest wurde in einem Weidenbaum des Inundationsgebietes um Porgány beobachtet. In den Laubkronen höherer Bäume nisten *Cerchneis tinnunculus* und *Cerchneis vespertinus*, Elstern, *Corvus cornix*, *Corvus frugilegus* und *Falco subbuteo*. Die Gürteltaube baut ihre Nest an den Stämmen dichter Hochwaldbestände, während in freieren Lichtungen *Turtur turtur* mehrerorts häufig brütet. *Oriolus oriolus* sah ich bei Mindszent auf

kanadischen Pappeln nisten, während in den Reisighaufen längs der Dämme Feldspatzen in grossen Scharen hausten. Von den Raubvögeln ist *Milvus migrans* ein häufiger Nestbauer (*Sasér*). *Pandion haliaetus* war 1949 von *Fehértó* bis zur *Sasér* in Brutpflege begriffen. *Haliaetus albicollis* unterlässt heute wegen der häufigen Störungen bereits den Nestbau. 1954 sah ich an der Tisza bei *Percsora* ein bewohntes Nest, und auch von einem Nestbau bei *Körtvélyes* habe ich gehört. Dass *Corvus corax* in den Jahren 1938—39 in der *Sasér* genistet hat, weiss ich nur vom Hörensagen. In grösseren Wäldern sind *Nycticorax nycticorax*-Nester überall verbreitet. *Ardea cinerea*-Siedlungen sind auch heute an mehreren Stellen anzutreffen. Der *Ardeola ralloides* baut nur gelegentlich ein Nest, gewöhnlich dann, wenn das Überschwemmungsgebiet längere Zeit unter Wasser steht. Im Jahre 1927 konnte ich in der *Sasér* 10—12 Nester beobachten. *Egretta garzetta* nistet regelmässig in der *Sasér*, während er sich an anderen Tiszaabschnitten (*Körtvélyes* usw.) in wechselnder Individuenzahl und nicht systematisch niederlässt.

c) *Altwasser*. Hier sind *Acrocephalus arundinaceus* gemeine Nestbewohner. Zur Zeit des Nestbaus beobachtete ich *Ortygometra porzana*, *Acrocephalus schoenobaenus*, *Cyanecula suecica* und *Motacilla alba*, letzteren auch in den Höhlen der Steinwehre und auf den Reisighaufen am lebenden Flusse.

B) An anderen ungarischen Gegenden nistende Arten.

Über der Wasserfläche jagen — besonders an kalten und regnerischen Tagen — *Hirundo rustica* und *Chelidonaria urbana*. Während der Zugzeit sieht man häufig *Larus ridibundus* und *Sterna hirundo* über die Wasserfläche streifen. Wenn die Zugvögel in wärmere Gegenden zurückkehren, ist der Flusslauf von zahlreichen Vögeln begleitet, darunter auch von *Larus argentatus* und *L. fuscus*. An den Wässern der Toten Arme versammeln sich Wildenten, *Anas crecca* und *Fuligula farina*. In November sah ich an der Strecke bei *Tápé* *Gavia septentrionalis*. Im September und Oktober sind entlang der steilen Ufer Eisvögel und *Totanus hypoleucus* überaus häufig, ich sah sie sogar auch im Juni. Vermutlich baut auch *Totanus ochropus* ein Nest, da ich ihn im Sommer aus Erdgruben des Inundationsgebietes aufgescheucht habe. In den dreissiger Jahren wurde von BIELEK in dem Altwasser bei *Nagyfa* ein *Phalacrocorax pygmaeus* erlegt. Zwischen den Laubbäumen der Inundationsgebiete habe ich während der Zugzeit folgende Vögel beobachtet: *Aegithalus caudatus*, *Parus maior* und *P. coeruleus*, *Phylloscopus*-Arten, *Fringilla coelebs*, *Pyrrhula pyrrhula*, *Turdus musicus*, *T. iliacus*, *Jynx torquilla*, *Caprimulgus*, *Garrulus glandarius*, *Asio otus* und *Scolopax rusticola* (von den letzteren hat am 17. XI. 1923 auch BÁLINT KOLOSVÁRY ein Exemplar erlegt (Bemerkung von G. KOLOSVÁRY), — Der Kukuk (*Cuculus canorus*) ist im April im Laubwerk der Inundationsareale äusserst häufig, insbesondere aber in der Nähe der Toten Arme *Acrocephalus*. In den Distelsträuchern der Inundationswiesen sah ich *Carduelis carduelis* und im Frühjahr stiess ich auf grosse *Totanus pugnax*-Scharen. An solchen Orten dürfte auch der Kibitz Nester anlegen, der sich ja auch den Sommer über hier aufhält. Auf der Wiese von *Szunyogos* befanden sich Anfang September *Falco peregrinus* und *Columba palumbus* auf der Jagd.

C) Wintergäste.

Am häufigsten sind *Mergus merganser* und *Mergus albellus*. Die offenen Wasserflecken der zugefrorenen Tisza sind zumeist von Wildenten bedeckt (das Fleisch der bei Ausführungs-Kanälen erlegten Wildenten ist von üblem Geschmack). (Bemerkung von KOLOSVÁRY). Im Februar wurde ich einmal in einem hohen, mächtigen Pappelbaum einen Trupp von 70—80 *Columba oenas* gewahr. Auch kam mir einmal eine winterliche *Fringilla montifringilla*-Schar auf dem Inundationsgebiet der Gyálaer Wiese zu Gesicht. Die höheren Bäume der Überschwemmungsgebiete werden von *Buteo buteo*, *Archibuteo lagopus* und *Falco peregrinus* als winterlichen Gästen als Abstiegs- und Übernachtungsquartier aufgesucht. Auf der Gyálaer Wiese sah ich einmal im Dezember einen *Aquila chrysaetus* am Boden sitzen; als ich ihn aufscheuchte, liess er sich auf einer hohen Pappel der Inundationswiese nieder.

Ornithologische Beobachtungen während der I. Tisza-Expedition vom
8.—14. VII. 1956.

Tiszabecs—Vásárosnamény. Wetter: Windig, halbbewölkt. Die Ufer sind — mit kleinen Unterbrechungen — von zusammenhängenden Hochwäldern begleitet. Als häufigste Arten finden sich *Pica pica*, *Merops apiaster*, und *Riparia riparia*. Die *Riparia*-Siedlungen sind weniger stark bevölkert (1—2-reihig mit je 40—100 Nesthöhlen). *Merops*-Nester wurden zwar nicht kolonienweise, aber doch in ansehnlicher Zahl in Brutpflege angetroffen. Eine *Corvus frugilegus*-Siedlung mittlerer Bevölkerdichte fand ich etwa 10 km von *Vásárosnamény* entfernt am rechten Tiszaufer.

Vásárosnamény—Záhony. Klares, windstilles Wetter. Ausgedehntere Inundationsweiden und Wiesen. Auch hier herrschten die oben erwähnten drei Arten vor. Die *Riparia*-Siedlungen sind mittelmässig bevölkert (3-reihig). Der Nestbau der *Merops* ist häufiger. Am Sandufer sah ich 12 *Columba palumbus* in einer Gruppe. Die Avifauna des *Bagi*-Waldes ist reichhaltig. Am Spätnachmittag jagten über der Tisza *Hydrochelidon nigra*-Exemplare. *Ardea cinerea* ist in diesem Abschnitt häufiger.

Záhony—Tokaj. Heiteres, windstilles Wetter. Die häufigsten Arten sind *Merops apiaster*, *Riparia riparia*, *Coracias garrulus* und *Corvus frugilegus*. 10 *Nycticorax nycticorax* flogen gemeinsam vorüber. Auf dieser Strecke nahm ich eine grosse Meropssiedlung mit etwa 35—40 Nesthöhlen wahr. Auch die *Riparia*-Siedlungen sind hier am reichsten bevölkert (4—5-reihige Siedlungen mit etwa 800—1000 Nesthöhlen). Es gelangten auch mehrerer *Milvus korschun* zur Beobachtung.

Tokaj—Tiszalök. Heiteres, windiges Wetter. Von grösseren Wiesen unterbrochene üppige Wälder im Inundationsgebiet. Mehrere km oberhalb von *Tiszalök* macht sich der Einfluss der Wasserstauung stark bemerkbar. Auf dieser Strecke sind allmählich vermoorende Sumpfwälder im Entstehen begriffen. Die Wälder bestehen vorwiegend aus Pappeln und Weiden, die dominierenden Vogelarten sind: *Streptopelia turtur*, *Corvus frugilegus*, *Hydrochelidon nigra*, *Pelinda alpina* und *Larus ridibundus*. In der *Bodrog*-Mündung: *Ciconia ciconia* und *Riparia riparia*. Auch *Aquila heliaca* konnte ich hier beobachten. *Corvus frugilegus* und *Larus ridibundus* hausten in grossen Massen

auf dem Sande der Toten Tisza; letztere bauen wahrscheinlich hier auch ihre Nester. Unter ihnen befanden sich zahlreiche junge Exemplare. Die *Riparia*-Siedlungen sind auch hier häufig und beherrschen — ganz bis *Tisza-lök* — die steilen Ufer. Infolge der Wasserstauung aber werden sie — da ihnen der Platz zum Nestbau entzogen wird — immer seltener. *Merops* wird nurmehr spärlich angetroffen. Zwischen 18 und 20 Uhr sind *Hydrochelidon nigra*-Exemplare zahlreich über der Tisza zu beobachten, wo sie gemeinsam mit *Corvus corax* und *Cerchneis vespertinus* auf *Palingenien*-Jagd ausgehen.

Tisza-lök—*Tisza-füred*. Heiteres, windstilles Wetter. Zur Charakterisierung des Inundationsgebietes gilt das oben Gesagte. Die häufigsten Arten sind: *Riparia riparia*, *Pica pica* und *Nycticorax nycticorax*. Grössere *Riparia*-Siedlungen sind selten. In der Mündung des *Sajó* ist die Avifauna der dichten Waldungen überaus reichhaltig. Hier sah ich auch *Milvus migrans* und mehrere *Dryobates syriacus*-Exemplare.

Über die Vogelwelt der Maros und ihres Inundationsgebietes.

Die Vogelwelt der *Maros* und ihres Inundationsbereiches wird allgemein hin als ein Teil der Vogelfauna der einheitlichen pannonischen Tiefebene betrachtet. Sie ist stark heterogen. Eine systematische Erscheinung dagegen ist das gleichzeitige Nisten von hydrophilen (*Anas platyrhynchos*), mesophilen (*Phoenicurus ph. phoenicurus*) und sogar xerophilen (*Falco t. tinnunculus*) Arten in den Weidenwäldern der Inundationsgebiete.

Die Herausgestaltung des gegenwärtigen Inundationsgebietes der *Maros* begann Mitte des XIX. Jahrhunderts mit der Regulierung der *Maros*, infolgeder die wasserliebenden Arten allmählich verdrängt wurden. Diese Regression ist seither stark fortgeschritten. Einige zurückgebliebene Vertreter aus der Zeit vor der Regulierung sind *Vanellus vanellus*, *Fulica atra*, *Gallinula ch. chloropus* usw.

Anas platyrhynchos mit seiner hochgradigen Elastizität ist auch heute dominierenden Charakters. Die vorerwähnte Regression wurde durch die Progression der arbicolen Arten kompensiert. Von den nistenden Arten des Inundationsgebietes sind 63,6% arbicole Arten. Die von der Umgebung als Insel — sozusagen als Relikt — übriggebliebenen Weidenbestände bieten den Vögeln auch heute eine gute Brutstätte.

Der dominierende Charakter der parieticolen Arten ist stark ausgeprägt, die hierher gehörenden Arten waren schon weit früher Bewohner dieser Ufergelenke — d. h. noch bevor die Regulierung des Flusses in Angriff genommen wurde — und dies beweist, dass die Vogelökologie des Flussufers selbst wesentliche Veränderungen in dieser Hinsicht nicht durchgemacht hat.

Das Inundationsgebiet der *Maros* wird also von einer besonders individualisierten, stark heterogenen Vogelwelt charakterisiert, in welcher die Elastizität der einzelnen Arten den im Dominanz-Gradienten eingenommenen Platz bestimmt.

*

Den Ausführungen von KÁRPÁTI ist nur noch hinzuzufügen, dass HOMONYNA (34) interessante Berichte über die Vogelwelt der Galerienwälder entlang der Tisza und der Erdgruben der Inundationsareale, sowie auch der *Bodrog*- und *Takta*-Zwischen-

räume gegeben hat, zwecks Vermeidung von Wiederholungen sei hier nur auf seine Arbeit verwiesen.

Abschliessend sei nur noch hinzugefügt, dass Literaturangaben zufolge die südliche Tiszastrecke durch das Nisten von *Hyppolais polyglotta* bei Titel und der *Sylvia orphaea* im Bega-Kanal charakterisiert ist. Die Angabe von *Oidemia fusca* bei Tiszafüred gehört zu den Seltenheiten. MÉSZÁROS (57) konnte *Fuligula hyemalis* in der Toten Tisza bei Kecskemét beobachten. SZIJJ (78) gibt einen interessanten Bericht über die Verteilung der Reiher-Siedlungen entlang der Tisza, während STERBETZ (68) aus der Nähe von Algyő das Nisten von *Egretta garzetta* und *Ardea ralloides* meldet. In der Sasér und bei Szentes am Ufer der Kurca finden sich *Egretta garzetta*-Niederlassungen.

Kleine Säugetiere

Bereits CHYZER (3) hat das Vorkommen von kleinen Säugetieren an der Tisza erwähnt, jedoch wissen wir nicht, inwiefern diese sich auf die Inundationsflächen beziehen. KOLOSVÁRY hat Anfang der zwanziger Jahre am Ufer des zum Fluss-System der Tisza gehörenden Matyi-Gewässers gewaltige *Mus spicilegus*-Nistkolonien entdeckt und studiert. Dasselbst stiess er auch auf Exemplare der weisschwänzigen *Talpa europaea*, die auch schon in der Literatur erwähnt sind. VÁSÁRHELYI (85) kündigte *Pitymys subterraneus* aus dem Szamos-Winkel bei Vásárosnamény an. LOVASSY (52) hält *Sorex araneus*, diese hydrophile Art, für die charakteristischste Spitzmaus-Art der Inundationsgründe. Bis zur Wassergrenze dringt auf den Dämmen *Microtus arvalis* vor. *Paludicola amphibius* wird in der Literatur als »entlang der Flüsse der Tiefebene« vorkommend erwähnt. *Fiber zibethicus* hat im Jahre 1941 — durch allmähliche Verbreitung von Westen nach Osten — bei Doboz und Csap die Tisza-Linie erreicht: FEKETE (22) und ÉHÍK (16). Nach einer mündlichen Mitteilung von BERETZK leben an den Inundationsgebieten *Mustela erminea* und auch *Mus minutus*. Letztere Art ist auch in der Aufzählung von CHYZER (3) erwähnt. Die Tisza-Dämme werden von *Spermophilus citellus*, *Microtus arvalis* und *Talpa europaea* angebohrt. An den Inundationsgebieten der Maros konnte BÁBA *Erinaceus* sammeln und von einem unbekannten Sammler wurden mir zwei Exemplare von *Mus spicilegus* vom »Tiszaufer« zugesandt. Im Herbst folgt *Talpa europaea* dem sich zurückziehenden Wasser der Tisza und wühlt stellenweise ganz grosse Gebiete — wahrscheinlich nach *Palingenia*-Larven jagend — unmittelbar ganz bis an den Rand des Wassers auf. MÉHELY (56) erwähnt *Spalax hungaricus* von Szolnok und auch von Makó, es ist aber nicht klar, ob es sich hierbei um Angaben bzgl. des Inundationsgebietes handelt. Unsicher sind auch die im FRH. und die von BODNÁR (1) zitierten Angaben über Szolnok, sowie: »... am weitesten verbreitet ist *Spalax* im Geschiebe des blassen Hódító der altgewässern.« Die Art ist eine xerotherme Art sie kommt in den Inundationsgebieten nicht vor.

Grosse Säugetiere

Gemein ist der Wildhase — wenn auch nicht in so hohem Grade wie in den dahintergelegenen landwirtschaftlichen Gebieten. *Lutra lutra* ist beinahe über die ganze Tiszalinie verbreitet. Trotzdem diese Art gemein ist, liegen genaue Kenntnisse über ihre präzisen Verbreitungsgrenzen noch nicht vor. Er dringt auch in das Wasser der Inundationsgruben vor, um die dort zurück-

gebliebenen Fische zu dezimieren. Nach Angaben des OMM. (61) waren die letzten Spuren von Bibersiedlungen an der Oberen Tisza zu beobachten: (»hie und da sind auch noch Spuren von Biberbehausungen wahrzunehmen«). Von der Weissen Tisza her gibt GYÖRFFY (29) Wildschweine, von der Schwarzen Tisza her Rehe und Edelhirsche an. Das Reh war übrigens auch in den Galeriewäldern der Tiefebene heimisch, ist aber in der letzten Zeit an zahlreichen Stellen ausgerottet worden. GYÖRFFY (29) berichtet auch über das Vorkommen des braunen Bären entlang der Weissen Tisza, der in Anbetracht des Tier-schutzes hier vielleicht auch heute noch lebt. Nach den Angaben des OMM. (61) sind längs der Oberen Tisza bis nach *Cigánd* *Canis aureus hungaricus*-Exemplare, und auch Füchse beobachtet worden. Der Fuchs lebt auch heute noch in den Inundationsgebieten und ist stellenweise sogar ziemlich häufig. Zu Anfang der zwanziger Jahre hat BÁLINT KOLOSVÁRY einen auf dem südlich von *Szeged* gelegenen linksseitigen Inundationsgebiet erlegt. Anfangs der 50-er Jahre haben von Osten her (aus Siebenbürgen) bis zu den Sandwüsten von *Bugac* herüberstreichenden Wölfe auch die Tiszalinie überschritten. Von den drei Exemplaren wurde einer erschossen und im Ungarischen Nationalmuseum ausgestopft. Literaturangaben zufolge bewohnen Wildkatzen die Galeriewälder ganz bis hinab nach *Szolnok*. Ihr Vorkommen in den Galeriewäldern bei *Dombrád* wurde mir 1956 von einem glaubwürdigen Forstfachmann mitgeteilt. Sie suchen die dichten Weiden- und Pappelwälder auf. Zusammen mit dem Fuchs machen sie sich durch Vernichtung zahlreicher schädlicher kleiner Säugetiere sogar auch nützlich. Ihr Nutzen ist grösser als der durch sie angerichtete Schaden. Ihre unsinnige Ausröttung bedeutet die bedauerliche Vernichtung unserer heimischen Fauna.

Die Säugetiere des Pleistozän

Aus dem Flussbette der Tisza kommen zahlreiche Überreste von Urtieren aus dem Pleistozän zum Vorschein. Diese sind meistens mehr oder minder gut erhalten und werden geborgen, indem sie in die Fischnetze der Fischer gelangen. Interessanterweise vertreten diese Urtierüberreste bisher ausschliesslich Pflanzenfresser. Über diese Reste wird von Palaeontologen in ihren im Literaturverzeichnis angeführten Werken berichtet: SELMECZY (65), HORUSITZKY (35, 36), KRETZÓI (51) und HALAVÁTS (30).

Die gefundenen Reste stammen von folgenden Arten:

Elephas primigenius, *Bos priscus*, *Bos primigenius*, *Cervus euryceros*, *Cervus elaphus fossilis*, *Cervus palmatus*, *Alces machlis*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Rhinoceros antiquitatis*, Ziegen, *Castor fiber fossilis* und *C. fiber subfossilis*. Die Fundorte der Überreste sind nicht gleichmässig über alle Strecken der Tisza verteilt. Während solche Funde von *Tiszalök* abwärts bis *Titel* gewöhnlich überall vorkommen, sind sie z. B. von der Strecke zwischen *Tiszabábolna* und *Szajol* bisher nicht gemeldet worden.

Der häufigste dieser Ursäuger war das Mammuth (*Elephas primigenius*) und das wollbekleidete Nashorn (*Rhinoceros antiquitatis*), die im Pleistozän diese Gegenden beherrschten.

III. Zusammenfassung

1. Mit unserer verhältnismässig vollkommenen literarischen Zusammenstellung haben wir als *ersten grundlegenden Versuch* einen Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt der Tisza und ihrer Überschwemmungsgebiete, sowie der Mündungsregionen ihrer Nebenflüsse geliefert.

2. Die Tierwelt der Tisza und ihrer Inundationsgebiete, sowie der Mündungen der Nebenflüsse *ist auch gegenwärtig in stetem Wechsel begriffen*. Aeltere Mitglieder der Fauna werden langsam ausgeschaltet. Diese Veränderung steht in Zusammenhang mit der verdrängenden Wirkung der Zivilisation. Die Verbreitung des Uferschutzes mit grossen Steinwehren hat zur Folge, dass neben der progressiven Verbreitung der petrophilen wasserbewohnenden Arten die Fauna der alten lehmigen und sandigen Ufer in Regression begriffen ist.

3. Die *Mängel* liegen in der noch unerforschten Natur der einzelnen Tiszastrecken und in der noch sehr lückenhaften Kenntnis der Teilverbreitung der einzelnen heimischen Arten begründet.

4. Die mediterranen Elemente der Unteren Tisza und die nordisch-alpinen Elemente der Oberen Tisza ermöglichen *eine Gliederung der Tisza in grosse Abschnitte auch auf biologischer Grundlage*. In Zukunft wird der Tiszalauflauf von biologischen Gesichtspunkten auch in seinen Teilabschnitten zu gliedern sein.

5. Die Verunreinigung des Wassers wird durch die Vermehrung der einzelnen Saprophytenorganismen und seine *Saturiertheit* durch die Vermehrung der farblosen Flagellaten charakterisiert.

6. *Ephydatia fluviatilis* wird aus der Tisza erstmalig mitgeteilt. Die *Cordylophora caspica* wurde erneut aufgefunden und ihre Assoziation mit den Bryozoen festgestellt. Es wurde auch der *Cordylophoren-Horizont* bei Szeged bei einem Wasserstand von $-137,9$ festgestellt. Die Verbreitung der *Fredericella sultana* auf den steinigen Ufern nimmt grosse Ausmasse an und es konnten auch Kolonien von mehr als 3–10 cm Länge beobachtet werden.

7. In Verbindung mit der langsameren und schnelleren Strömung des Wassers haben wir auch die morphologische *Anpassungen der Unio-Arten* festgestellt. Die bisher nur im Ur-Moor von Bátorliget gefundene *Zenobiella vicina*-Art wurde auch im Bagi-Walde (Obere Tisza) aufgefunden und die in der Umgebung von Szeged nur subfossil vorkommende *Fruticicola fruticum* von der Tisza-Expedition auch in lebendem Zustande geborgen. Der Grund hierfür ist die grössere Feuchtigkeit der Oberen Tiszastrecken.

8. Bezüglich des Schwärmens der *Palingenia* wurden *neue Faktoren* festgestellt. Charakteristisch für die untere Tisza ist *Dicerogammarus haematophages*. *Gammarus pulex* ist nur aus der Umgebung von Szeged bekannt. Interessant sind ferner die pontischen Wasserisopoden *Jaera sarsi* und *Chaetogammarus tenellus*.

9. In den Ritzen der Erdoberfläche des Tiszaufers leben in einer *bestimmten Mikroklimazone* kleine *Micryphantida-Spinnen* das ganze Jahr hindurch, die sich hier in einem ständigeren Umwelt aufhalten. In den Oberen Tiszabschnitten sind die *Lacinius horridus*-Exemplare interessant für die Inundationswälder. Weiter nach Süden dringen sie nicht vor.

10. Der erste *Riesenaal* der Tisza (*Anguilla anguilla*) wird in der vorliegenden Arbeit mitgeteilt.

11. In der biologischen Streckeneinteilung spielt auch die Vogelwelt eine Rolle. *Die Tiszalinie ist richtunggebend für die Zugvögel. Die lebende und die altwässer stellen auch von vogeloikologischen Gesichtspunkten verschiedene Lebensorte dar.*

12. *Die gelegentliche Wassertoleranz der Talpa europaea ist grösser als bisher allgemein bekannt war. Während des niedrigen Wasserstandes im Herbst nimmt sie — an den nassen Lehmufeln unmittelbar bis an das Wasserniveau vordringend — an der Vernichtung der Palingenialarven als Nahrungsmittel teil.*

13. Solange das Wasser der Erdgruben nicht mit dem Mutterstrom verbunden wird, kann die hochgradige Vernichtung der Fische nicht verhindert werden. *Die Zurückgabe der natürlichen Fortpflanzungsplätze ist Vorbedingung für die Vergrößerung der Fischwirtschaft.*

14. *Solange die Galerienwälder nicht als Schutzgebiete erklärt werden — und zwar sowohl von Gesichtspunkte der Überschwemmungen als auch des Tier- und Pflanzenschutzes — kann der unsinnigen Vernichtung der heimischen Fauna nicht Einhalt geboten werden.*

15. In der Tierwelt der Tisza und ihrer Inundationsgebiete können die älteren Urformen sich der stetigen Veränderung infolge ihrer Persistenz nicht anpassen und sterben aus. Es kamen jedoch mehrere, sich den veränderten Verhältnissen anpassende Arten zur Beobachtung; dies sind die elastischeren Arten, die — aus der Zeit vor der Regulierung der Tisza stammend — auch heute hier brüten und sich weitervermehren. In Verbindung mit der Zivilisation sind manche Uferelemente in Regression und die petrophilen Wasserarten in Progression begriffen. *So waren alle drei Kategorien der Lebenserscheinungen: nämlich das Vorhandensein von persistenten, elastischen und progressiv-regressiven Elementen anwesend. Derartige persistente Arten waren z. B.: Castor fiber, Canis aureus und zahlreiche Vögel; ein Beispiel für die elastischen Arten sind: Anas platyrhynchos und viele hydrophile Arten; als Beispiele dieser Progression und Regression können die Importfische erwähnt werden, ferner die petrophilen Arten und — infolge der Ausbreitung der landwirtschaftlichen trockenen Gebiete — die gesteigerte Vermehrung der diese Gebiete bevorzugenden Sand-Arten. Gleichzeitig mit diesen Progressionen ist das Regredieren älterer Arten zu beobachten.*

Schrifttum

- (1) Bodnár, B.: A földi kutya. Szeged (1928).
- (2) Chernel, I.: Magyarország madarai I—II. Budapest (1899).
- (3) Chyzer, K.: Természettudományi Füzetek 5, 21, 91 (1881).
- (4) Csiki, E.: Magyarország bogárfaunája I. Budapest (1946).
- (5) Csongor, Gy.: Szegedi Egyet. Könyvt. Kiadv. 27, 1—22 (1954).
- (6) „ Móra Ferenc Múzeum Évk. Szeged 121—145 (1956).
- (7) „ und Móczár, L.: Múzeumi Füzetek 6, 1—32 (1954).
- (8) Czógler, K.: Szegedi Reáliskolai Ért. Szeged (1927).
- (9) „ Acta Biol. 4, 154—159 (1937).

- (10) Czögler, K.: Szegedi Reáliskola Értes. Szeged (1935).
- (11) „ und Rotarides, M.: Magy. Biol. Kut. Int. Munk. 1, (1928).
- (12) Dudich, E.: Fragmenta Faun. Hung. 4, 30—33 (1941).
- (13) „ Arch. Balatonic. 1, 343—387 (1927).
- (14) „ Természettud. Közl. 58, pótf. 43 (1926).
- (15) Edelényi, B.: Állatt. Közl. 39, 165—183 (1942).
- (16) Éhik, Gy.: Természettud. Közl. 73, 232 (1941).
- (17) Entz, G.: Természettud. Közl. 30, 518—521 (1898).
- (18) „ Állatt. Közl. 8, 37—52 (1909).
- (19) Erdős, J.: Maros torkolatának árvízi és artéri bogárvilága. Szerző kiadása. Szeged (1935).
- (20) Farkas, B.: Acta Biol. 2, 94—103 (1933).
- (21) Fauna Regni Hungariae, I—III, Budapest (1918).
- (22) Fekete, P.: Természettud. Közl. 74, 84 (1942).
- (23) Futó, J.: Az Alföld természetrajzi földrajza, Szeged (1956).
- (24) Geléi, J.: Archiv für Protistenkunde 65, 165—182 (1929).
- (25) „ Acta Biol. 3, 1—17 (1931).
- (26) „ Szegedi óriásharcsák, Szeged (1930).
- (27) „ Acta Biol. 6, 1—34 (1936).
- (28) „ Annales Biol. Univ. Szeged 1, (1950).
- (29) Györffy, I.: Természettud. Közl. 71, 529—583 (1939).
- (30) Halaváts, Gy.: Természetrajzi Füzetek 14, 84—91 (1891).
- (31) Halászfű, É.: Rovartani Közl. 7, 93—131 (1954).
- (32) Hankó, B.: Magyarország halainak eredete és elterjedése. Sárospatak (1931).
- (33) Homér, J.: Magyarország halászati földrajza. Budapest—Vác (1933).
- (34) Homonnay, N.: Fragmenta Faun. Hung. 1, 8—12 (1938).
- (35) Horusitzky, H.: Földt. Közl. 36, 418—423 (1906).
- (36) „ Földt. Közl. 41, 249—254 (1911).
- (37) Horváth, A.: Acta Biol. Szeged Nova Ser. 1, 174—180. (1955).
- (38) „ Acta Biol. 2, 21—32 (1943).
- (39) Horváth, P.: Acta Biol. 3, 167—189 (1934/35).
- (40) Jászfalusi, L.: Annales Hist. Nat. Musei. Nat. Hung. 113—125, (1950/51).
- (41) Jungmayer: Állatt. Közl. 13, 20—29 (1914).
- (42) Károli, J.: Természetrajzi Füzetek 3, 96 (1878).
- (43) „ Természetrajzi Füzetek 1, 12 (1877).
- (44) Kesselyák, A.: Állatt. Közl. 40, 1—13 (1943).
- (45) „ Fragmenta Faun. Hung. 5, 47—49 (1942).
- (46) Klie: Állatt. Közl. 36, 168—174 (1939).
- (47) Kolosváry, G.: Acta Biol. 4—5, 106—128, 11—20, 134—144 (1933—1935).
- (48) „ Acta Biol. 3, 41—54 (1931).
- (49) „ Fol. Zool. et Hydrobiol. 9, 92—114 (1936).
- (50) „ Magyarország kaszaspókjai. Budapest (1929).
- (51) Kretzói, M.: Földt. Közl. 72, 259—262 (1942).
- (52) Lovassy, S.: Magyarország gerinces állatai. Budapest (1927).
- (53) Magyarország Állatvilága. Budapest (1955).
- (54) Marsigli, A.: Danubius Pannonico Mysicus. 7, Hága (1726).
- (55) Megyeri, J.: Hydrologiai Közl. 7/8, 280—292 (1955).
- (56) Méhely, L.: A földikutyák fajtái. Budapest (1909).
- (57) Mészáros, Gy.: Aquila 234 (1948—1951).

- (58) Mihályi, F. und Lőrincz, F.: Állatt. Közl. 35, 176—186 (1938).
(59) Mocsáry, S.: A Sebes Körös és a Pece halai. Nagyvárad (1874).
(60) Móczár, L.: Rovartani Közl. 5, 73—108 (1952).
(61) Osztrák-Magyar Monarchia írásban és képben 8 (1891).
(62) Prinz, Gy.: Magyarország földrajza. Budapest (1910).
(63) Rotarides, M.: Acta Litt. ac Sci. Reg. Univ. Francisco Josephinae 2, 177—213. (1927).
(64) Sebestyén, O.: Fragmenta Faun. Hung. 5, 91—94 (1942).
(65) Selmeczi, L.: Jászkunság 2, 3—7 (1955).
(66) Soós, L.: Állatt. Közl. 31, 211 (1934).
(67) „ Magyarország molluszkái. Budapest (1943).
(68) Sterbetz, J.: Aquila. 162, (1944—47).
(69) Stiller, V.: Fragmenta Faun. Hung. 10, 132—138 (1947).
(70) „ Acta Biol. 5, 41—53 (1939).
(71) Szabados, M.: Botanikai Közl. 36/37, 109—119, 48—65 (1939—1940).
(72) „ Acta Univ. Szeged 1, 35—53 (1949).
(73) Szabó, M.: Acta Biol. 4, 14—27 (1933).
(74) Sz. Ferencz, M.: Acta Biol. Szeged 2, 167—182 (1956).
(75) „ Tud. Egyet. Biol. Int. Évk. 2, 479—490 (1952—54).
(76) Szalay, L.: Fragmenta Faun. Hung. 5, 99—118 (1942).
(77) Szentiványi, J.: Fragmenta Faun. Hung. 2, 13 (1939).
(78) Sziój, J.: Aquila. 81—87 (1948—51).
(79) Szilády, Z.: Nagyalföldünk állatvilága. Debrecen (1925).
(80) „ Állatt. Közl. 38, 87—92 (1941).
(81) Szomjas, L.: Aquila. 170 (1944—47).
(82) Vánky & Vellay: Szegedi Reáliskola Ért. (1893—94).
(83) Varga, L.: Acta Biol. 3, 224—238 (1931).
(84) „ Fragmenta Faun. Hung. 4, 1—6 (1941).
(85) Vásárhelyi, I.: Fragmenta Faun. Hung. 5, 118—120 (1942).
(86) Woynárovich, S.: Fragmenta Faun. Hung. 6, 153 (1943).
(87) Zilahi—Sebes, G.: Fragmenta Faun. Hung. 7, 11—13 (1944).

PHYSIOLOGY OF THE CYSTMENT EXAMINED ON THE COLPODA FASTIGATA

By

F. BICZÓK

From the Zoological and Biological Institute of the University of Szeged
(Received 26 Mai, 1957)

The cystment is a well-known incident in the life of the unicellular animals. Its attraction, its cytological and physiological significance roused the interest of a great number of investigators. Investigations first aimed at the conditions of the en- and excystments. Such factors were looked for that induce the unicellular animals to form thicker, for the most part stratified ecto- and thinner endocysts and to leave it under proper circumstances.

The opinions regarding the nature of the factors producing the formation of cystment are divergent, sometimes contradictory. Its reason is to be attributed to the various experimental conditions and circumstances of the observations. Consequently at present it is untimely to draw conclusions relating to factors known as controlling the en- and excystmen such as quantity of food (3, 8, 15, 16, 19, 25), the presence of excretion products of the microorgans (3, 13, 14, 17, 18, 22) and of decomposition products of protein (14, 21), changes in the quantity of oxygen (8, 13, 18), in temperature (13, 16, 21, 18) and in pH (13), osmotic phenomena (3, 13) etc and be considered as a union. Still more complex becomes the problem by the suggestion wherely the cystment of the protozoa is considered to be a resting cycle which occurs even if the environmental conditions are favourable to the active life. On the basis of the examination of soil protozoa VARGA (26) of the Hungarian investigators, and myself too (4, 5), advocate this suggestion. I supposed that the frequent drying of the soil could bring about such properties of the protozoa after a long period. This hypothesis roused partly my interest and prompted me to deal with the physiology of the cystment.

The phenomenon of the cystment is followed by the radical change in the structure and vital processes of the protoplasma. The phenomena of life are partly and some are entirely inactivated. The protoplasma loses water (10, 11, 21) and sometimes shrinks to its 1/8 (10). The enzymatic activity of the produced plasmagel, the respiration (20) and the metabolism are considerably lessened. The process in some of the protozoa can experimentally quite easily be produced, but can be also easily reversed. To study the succession of the

changes is very important from the view point of the life and structure of the protoplasm. This is another reason calling my attention to the process of the cystment.

The aim of this paper is to give an account of the connection between the cystment of the *Colpoda fastigata* Kahl and the culture medium substances of the changes and modification of the viability of the encysted animal, of the factors of the cystment, of its cyclic or continuous character.

Material and methods

Problems referring to the cystment have been studied on *Colpoda fastigata* Kahl taken from the soil, cultured from one cyst. It is easy to cultivate, well-cysted, thus very suitable for examinations. The experimental animals were bred in aqueous extracts of different roots, as root-extracts proved to be significantly more efficacious for cultivation than any other part of the plant (4). Moreover they considerably stimulate the excystment in strong dilution.

Various cultures were used. The single series of these cultures are denoted with capital letters for the sake of perspicuity («A» consisted of culture 4—6 and «C» of culture 2—2).

«A»-series: root-extract cultures of *Colpoda fastigata* taken from the root of single plant-species. These cultures had been in my earlier investigations examined to see what effect have the aqueous extracts of the root on the *Colpoda fastigata* and bacteria and on their numerical formation and on the encystment (4). Shortly after the encystment the single cultures kept in Petri-dishes were wellnigh simultaneously dried. After a year and a half all of them were poured with the decoction of the mixture obtained from the root or bulb resp. of the *Pulmonaria officinalis*, *Salvia nemorosa*, and *Colchicum autumnale* each of them well stimulating the excystment. Thus in the different root-extract cultures such as — *Achillea millefolium*, *Allium angulosum*, *Aristolochia clematidis*, *Datura stramonium*, *Cichorium intybus*, *Daucus carota*, *Mentha longifolia*, *Ononis spinosa*, *Nonea pulla*, *Reseda lutea*, *Salvia nemorosa*, *Solanum dulcamara*, and *Verbena officinalis* — produced cysts could excyst due to the common effect of the root-substances. From the rate of the excystment the common effect of the bacteria present in the earlier cultures, the metabolic products of *Colpoda fastigata* and of the root-extracts on the cysts and on their viability could be concluded. Data obtained by earlier method (4) are referred to 0,5 ml of the culture fluid on the basis of the quotient of the size of the cover-glass and of the field of vision.

«B»-series: Root-extract cultures of *C. fastigata* made of root mixtures of various plant species. Plants for examinations: *Aristolochia clematidis*, *Daucus carota*, *Oenothera biennis* and a little *Colchicum autumnale*. Into one part of the cultures, the fluid in the ratio of 2 : 1 of the root extract culture was filtered where previously a great number of the *C. fastigata* had been encysted. In such cultures the common effect on the cystment of the compounds of the active bacteria, as well as of the *C. fastigata* produced during its life and cystment, could be measured. The pure root-extract cultures were used as control. In the single cultures fresh cysts were inoculated (6 in a field of vision of 0,7 mm diameter) at the beginning of the experiments. They rapidly excysted. Their encystment, quantitative formation could be well observed.

«C»-series: Hay-decoction cultures. In these cultures the encystment of the *C. fastigata* was examined in the presence of other kind of ciliata. In the fresh cultures the combination and number of the protozoa at the time of the inoculation was as follows:

- a) *Paramecium caudatum* (7 pieces) and *Pyxidium asymmetricum* no. sp. free-swimming *Perritricha*, becoming permanent (6 pieces).
- b) Free swimming *P. asymmetricum* (10 pieces) and *C. fastigata* (10 pieces).
- c) *Paramecium caudatum* (12 pieces) and *C. fastigata* (15 pieces).

»D«-series: I have examined the cystment of the *C. fastigata* in tap-water and in distilled water. The animals in tap-water were four times centrifuged, for observations in distilled water three times in tap-water, in distilled water twice. Following centrifugation the tap-water cultures contained 300 and 600, while those in distilled water 900, 1200 respectively per 0,5 ml.

Result of the examination

1. Strikingly few data are available as to the viability of single protozoa in cyst condition. As the problem is in close connection with my investigations, I made some informatory examinations also in this respect.

It is commonly known that protozoa live in great number in and under the mosses, so do the *Colpoda*. When the moss is dried, they get encysted, consequently active protozoa may be recovered from such material after a shorter period if flooded with water.

To my examination the moss, brought partly from the *Mátra* by *Abrahám* and partly obtained from the *Bükk*, was used. The moss from the *Bükk* was flooded two years following drying, while that from the *Mátra* three years. The former material was densely populated first by *C. fastigata* after 48 hours. From the *Mátra* moss beside a few *Testaceae* (*Euglypha alveolata*, *Corythion dubium*, *Trinema lineare*, *Diffugia globulus*) the *Colpoda flavicans* appeared in moderate number.

An enlightening result was shown by the root-culture of diverse plant species from *Pápakovácsi* in 1952 wherein the *Colpoda cucullus*, *fastigata*, *flavicans*, *inflata*, *maupasi*, were represented in a fairly considerable number. At the end of 1953 beside the *Blepharisma elongata ciliata* only a few amoeba, flagellata and testacea were present. This picture hardly changed later. At the beginning of this year the culture has been poured over with root decoction whereupon several ciliata excysted. (*Tetrahymena pyriformis*, *Drepanomonas revoluta* and one amoeba, the *Vahlkampfia limax*). No active *Colpoda* could be detected in the culture.

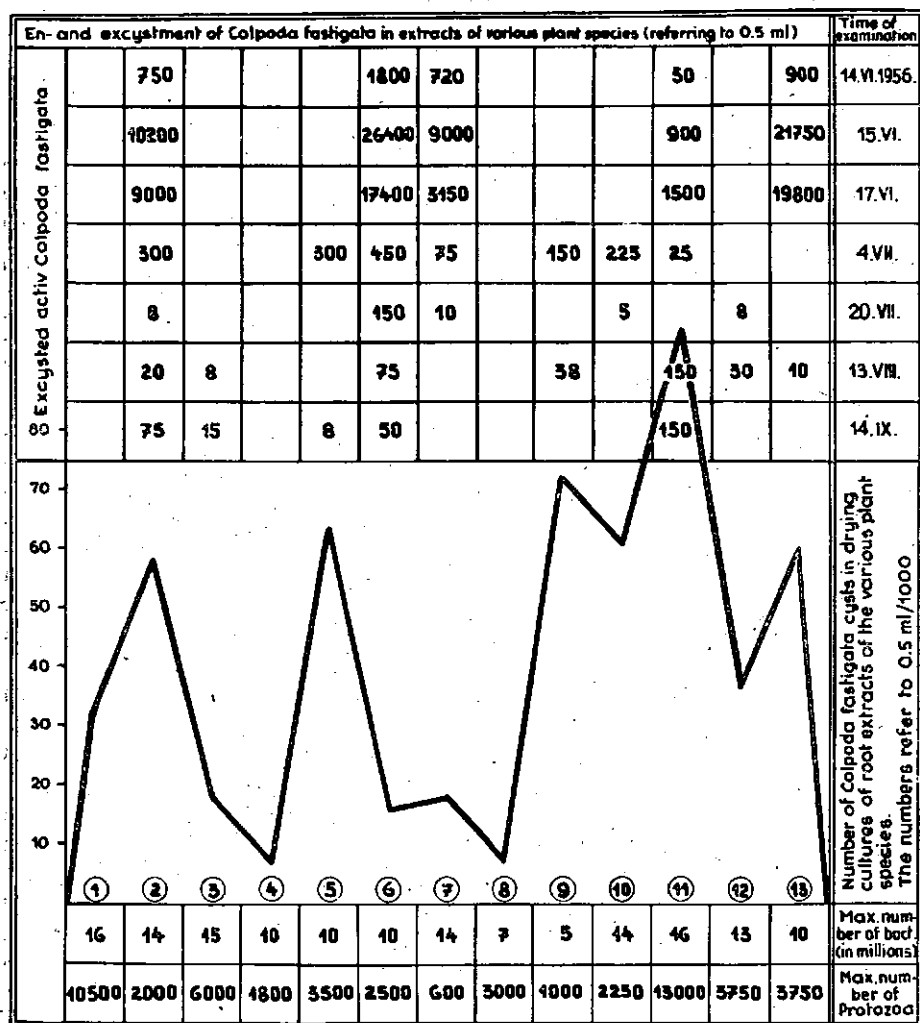
2. Examining the »A«-series i. e. the dried cystic cultures diluted with the root-extracts I started with the quantitative data obtained before drying the microorganisms (Table I.). The data of the table and the graphs therein show as follows:

a) In the single cultures a considerable difference is to be noted between the highest number of protozoa experienced prior to the drying period and the actual number of cysts found at the drying. The number of the cysts is several times that of the maximal active protozoa. It is natural as beside the protective-cysts an enormous big number of reproductive cysts appeared.

The correlation of the formation of these cysts is changed with the age of the culture. The number of the reproductive cysts decreases with the aging of the cultures whereas that of the protective cysts increases. The reproductive processes in the cysts are mainly characteristic of the well fed, large sized animals. While the smaller (26—30 μ) forms are divided into two or possibly four, the larger ones into 8, may be also into 16. The largest forms (76—82 μ), anyhow quite exceptionally, were divided into 32 parts. Fairly frequent phenomenon that the single organisms produced by division do not excyst, but encyst again within the cyst.

b) In some of the cultures the number of the active protozoa is relatively low as compared to that of the cysts (e. g. *Allium angulosum*, *Nonea pulla*, *Reseda lutea*). In these cultures the root-extracts, bacteria and their products favourably influenced the reproductive processes within the cyst.

c) In other cultures (*Achillea millefolium*, *Aristolochia clematidis*, *Ononis spinosa*) the number of cysts, relatively with a high number of active protozoa



Explanation: 1-*Achillea millefolium*, 2-*Allium angulosum*, 3-*Aristolochia clematidis*, 4-*Datura stramonium*, 5-*Cichorium intybus*, 6-*Daucus carota*, 7-*Mentha longifolia*, 8-*Ononis spinosa*, 9-*Nonea pulla*, 10-*Reseda lutea*, 11-*Salvia nemorosa*, 12-*Solanum dulcamara*, 13-*Verbena officinalis*.

Numbers above the graph: Excystment due to the same root-extracts (*Pulmonaria officinalis*, *Colchicum autumnale*, *Salvia nemorosa*).

was low, which is suggestive of unfavourable effects of the extracts, may be of the bacteria and their decomposition products on the reproductive processes.

d) Cysts in dry conditions over a year and a half behaved very differently as to the effect of wet root-extracts. Animals encysted in the root-extracts e. g. *Achillea millefolium*, *Datura stramonium* and *Ononis spinosa* did not excyst at all in the new root-extracts. It follows that in the cultures of *Datura* and *Ononis* the root-extract as compared to the bacteria exerts its effect primarily and without doubt unfavourably on the viability of the animals (as it was unfavourable to the increase of the bacteria and *Colpoda*). (Table I.). Moreover the gelification of the protoplasma, its contraction following water loss is much more pronounced than in the other cultures. In the dried cultures, when flooded, a considerable number of decomposed cyst-remains, recognizable only by their outlines, was found.

In the culture of the *Achillea millefolium* the number of the bacteria and active *Colpoda* was high, that is the original culture was favourable for the increase of the microorganisms. The cysts of the *Colpoda* produced despite the stimulatory effect of the new root-extract did not excyst. Presumably such bacteria products are accumulated in the aged culture that injuriously affect the protoplasma of the *Colpoda*.

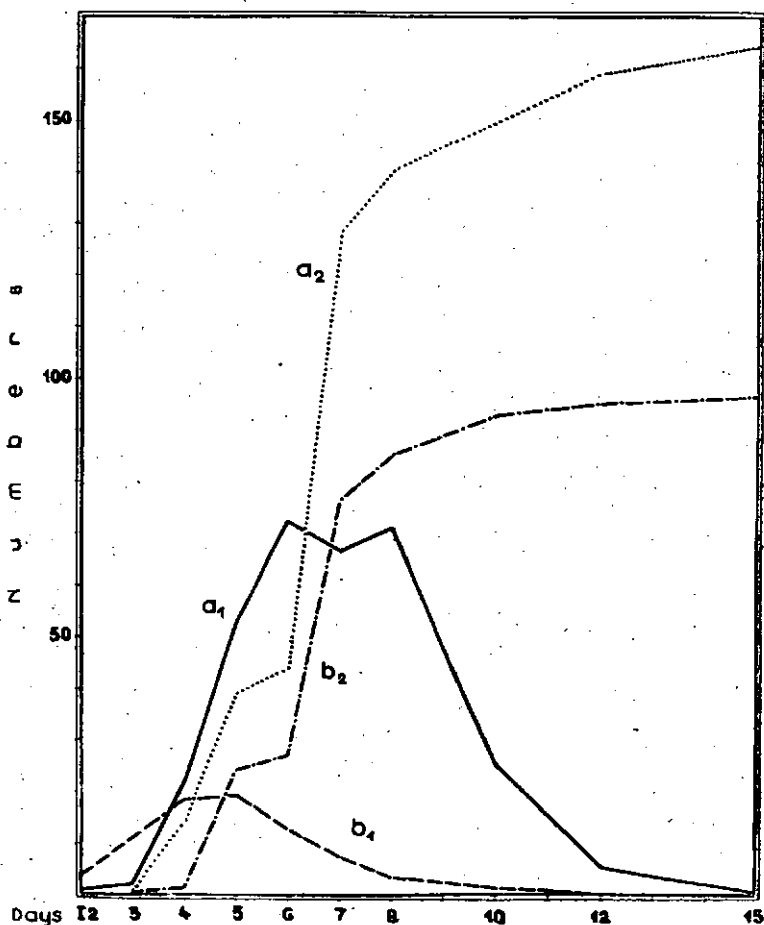
A marked encystment could be noted in almost half of the cultures after 24 hours flooding. Other cultures required several days (*Allium angulosum*, *Solanum dulcamara*). It was striking and gave an impulse to examine the time of the different types of cysts of the *Colpoda*. Thus the fluid of a month and a half old culture was pipetted and the cysts remained dry, were flooded with mixed root-extract at 16 o'clock. The result of the excystment is shown in the following table:

Type of cyst	Total	Time needed for excystment (hour, minute)												Not excysted
		16 ⁵¹	17 ⁰⁵	17 ¹⁵	17 ³⁰	17 ⁴⁵	17 ⁵⁵	18	18 ⁵	18 ¹⁵	18 ³⁰	18 ⁴⁵	19	
Thin shelled	45	1	5	8	12	18								1
Medium thick shelled	12						1	1	3	2	2		1	2
Thick shelled	22											1		21
Very thick shelled	2													2

It can be seen that the thin shelled cysts excysted almost without any exception, the majority of the medium thick shelled ones, those of the thick shelled hardly and the thickest shelled ones (the largest) not at all. They remained unchanged for the following hours, even for days. In the cultures of the *Allium* and *Solanum* cysts of the *Colpoda* of such thickness survived 1,5 year following drying while other types did not; their excystment, however, required several days.

The culture was diluted with further fresh root-extract on the day following examination. The new reproductive cysts produced since the previous day and a part of the productive cysts excysted with remarkable rapidity. In some of the encysting forms, rotating on the same spot, the movement slowed down, then stopped, sometimes divided into two, sometimes not, essentially, however, activated without encystment. Several examinations proved that a single drop of fresh root-extract sufficed for certain encysting forms to stop or to reverse the process of the encystment.

In the »B«-series i. e. in the cultures of pure root extract (a) and in that containing the decomposition products (b) the encystment of the *Colpoda* significantly differed (Graph.).



Explanation: Formation of active forms of a₁ *Colpoda fastigata* and that of a₂ cysted in fresh root-extracts.
 Formation of active forms of b₁ *Colpoda fastigata* and that of b₂ cysted in mixture of the fresh root-extracts and filter of aged culture-fluid. (2 : 1).

A part of the active forms was equally overfed, non-viable in the cultures *a* and *b*. The other animals formed the reproductive cysts in large number. The difference of the two cultures was expressed by the larger number of the active forms in the *a*-cultures than in *b*. (Examination of numerous cultures proved the insignificance of the concentration of the root decoction.) The difference was shown also by the quantity of the cysts produced. In the cultures *a* and *b* there is a marked difference in the proportion of the active forms and resting cysts. Namely in the *b*-culture the quantity of the resting cysts, related to the active forms, is significantly larger than in culture *a* for in the culture *b* the ratio of the reproductive processes occurred in the cysts was more pronounced.

4. To examine the cultures of the »C«-series the earlier experiences gave rise whereby in the cultures of mixed protozoa the single species relatively change rapidly each other and the average number of the cysts is low while in cultures of one species the individuals are present in larger number for 1—2 months and the amount of the cysts is remarkably high (4). Thus we can assume that the common presence of the different species may influence the vital processes, so it may the encystment as well.

The study of the cultures to approach the question resulted as follows:

a) The *Paramecium caudatum* living in culture for a longer time and well-nigh sterile by repeated centrifuging meant a peril to the permanent free-swimmers *Pyxidium asymmetricum* if cultured together. The swimmers perished without exception after 48 hours.

b) Swimmers of *P. asymmetricum* and the *C. fastigata* are well cultured together. The cystment of the *Colpoda* essentially occurred as in the culture without swimmers.

c) The cultured *P. caudatum* had a marked effect on the cystment of the *Colpoda* in common culture, inasmuch as the animals were encysted in 24 hours (Fresh *Paramecium caudatum* from sewage-water under similar circumstances did not considerably affect the encystment of the *Colpoda*).

5. In the »D«-series i. e. in the tap-water and in the distilled water the encystment of the *Colpoda fastigata* showed a peculiar feature. In tap-water they were encysted after 3—6 days. In distilled water more than half of the animals perished due to cytolysis. Those survived have been taxed to the utmost by the hypotonic medium that is by the concomitant increased osmoregulation. Despite, active forms could be stated in considerable number even with tap-water culture. In fact the concentration of the distilled water, has after two weeks in the culture. This seems to be paradoxical when compared been somewhat changed by the plasma and the plasma-substance of the cystolised animals and so enabled the animals alive to get some food. Though the water remained still hypertonic, the cystment occurred which is to be attributed to this favourable condition.

Beside the unusual environment the following were observed:

a) Cysts were formed in about 40% of the survived species after cytolysis. The cyst-shell is mostly smooth as contrasted with those produced in root-extract cultures. It is not infrequent to see rugose shell of a new cyst within a smooth shell.

b) The function of the contractile vacuola is pronounced for days even in the animals still in the shell. The cavity of the vacuola in some of the animals is agape for a while and slowly a moderate contraction is shown.

c) The plasma of the cysts quickly shrank; in some to half of the original size within 3 days even in one or two to a $\frac{1}{4}$.

d) From a few cysts long, thin forms were encysted (sometimes divided) bearing fairly well the hypertonic environment, even there were such that could encyst after some days, then excysted again.

Discussion of the results

1. Viability and lifetime of the cysted *Colpoda fastigata*

To study the physiology of the cystment numerous investigators had used plant-extracts. BARKER and TAYLOR (2) stated that the protozoa specifically excysted owing to the effect of both the animal and plant extracts as well. JOHNSON and EVANS (16) noted that the extract of *Elodea* considerably lengthened the time required to the encystment of the *Woodruffia metabolica*. HAAGEN, SMIT and THIMANN (14) found the fractions of hay-decoction, while PRATER, HAAGEN and SMIT (14) the fractions isolated from corn-leaves and combined with Co-factors to be very effective for the excystment of cysts. As to the development, survival of the protozoa, the root decoction was found to be the most favourable of all the different ones such as straw, hay, fresh leaves, rice and wheat grains in my examinations (4). For the time being my aim was not to deal with the isolation of the substances in the root-extracts. Following my earlier investigations seemed logical and timely to raise the question: whether the root-extracts qualitatively differing had any effect and influence on the active protozoa living therein, on their cysts and on the viability, lifetime of these protozoa?

The result of the examinations on the cultures of the »A« series gives a clear-cut answer to the question (Table I.), as in some of the dried cultures being diluted with the same root-extracts after a year and a half no excystment occurred, while in other media a considerable number of *C. fastigata* was activated after one day. Anyhow it is true that the metabolic product itself of the microorganismus of the media is a significant factor regarding the cystment. This, however, is no account for the failure of the excystment in the root-extracts of the *Datura stramonium* and *Ononis spinosa* in the presence of suitable stimulatory substances after one and a half year, when in the root-extract of the *Daucus carota* or of the *Verbena officinalis*, under the same circumstances numerous excystments occurred already on the first days. There is an other question here, that is, whether such a remarkable change of the viability of the animals due to the effect of some substances is being developed during the active life or is the result of an injurious effect bearing on the cyst condition? Both possibilities are to be taken into consideration.

In the cysts — especially with the young, thin shelled animals — there appears the slowly dilating contractile vacuola due to the effect of the fresh root-extracts within a few minutes which means beyond doubt, that the substances stimulating the excystment penetrate the ecto- and endocysts within a

very short time. The penetration of the injurious substances present in the culture solution may be also assumed. The statement of BODENHEIMER (6) et al, that the cysts in wet soils are less resistant than those in dry soils, can be related to such process. The activity of the plasma reduced to minimum in consequence of the gelification, may be unfavourably affected by the permanent or long-lasting presence of certain deleterious substances solved in the wet soils. This assumption is supported also by my own observation. The different species of *Colpoda* — both *fastigata* and *cucullus* — could not be activated after four years flooding the culture containing them all the time, with root-extract. Whereas DAWSON and HEVITT (9) induced the cysts of the dried *Colpoda cucullus* to excyst even after 5 years. I could activate the *Colpoda flavicans* obtained from dry moss after 3 years.

The conclusion may be drawn that the viability, the rate of the excystment of the cysts are essentially determined by the circumstances of life. Thorough examination is needed to elucidate the length of the time by which gel plasma, shrunken in its shell, remains viable. In the case of the *Colpoda*, it is on no account 14—16 months as it is stated in one of the papers available (10).

2. Cystment in the presence of substances injurious to the life of the protozoa

In relation to the cystment of the protozoa it is wellnigh every time possible to demonstrate such substances which, if do not involve any immediate damage to the animal, may deleteriously affect the active life. They are e. g. the decomposing organic matters, the metabolic products of the living organisms or the so-called »killed« substances (13) so far qualitatively little known etc.

a) The role played by the decomposing organic matters, and metabolic products as well is indicated by the examination of the cultures in the »B«-series (Graph.).

In the b individuals of these cultures it is quite striking the effect of the metabolic and decomposition products filtered from the aged cultures: the active protozoa and cysts are fewer than in the pure root-extract cultures. This could be expected taking into consideration the examinations of other investigators (17, 24). Besides is still problematic the fact that in cultures rich in decomposition products there is relatively a high number of cysts as contrasted with the low number of the active protozoa. As the phenomenon is closely connected with the division the question arises: what is the cause of the increased reproductive processes in the cysts in the presence of the decomposition products? To all appearance the presence of these products as well as that of the toxic substances stimulates the *Colpoda* to a prompter increase for the sake of their existence and only afterwards produces more gradually resting cysts.

b) On the basis of the results of the examinations made on the »C«-series cultures, may be rightly assumed that in the cystment a role of interaction is played by the protozoa living near each other. It was noted that in the presence of the *Paramecium caudatum* cultured in the laboratory the permanent swimmers of the *Pyxidium asymmetricum* rapidly perished while the *Colpoda*

fastigata cultured well together, quickly encysted. Such a prompt effect can not be ascribed to common metabolic product: rather to some «paramycin»-like substance that is known in certain strains of the *Paramecium aurelia* (13) and is lethal to other protozoa («killed»). It is to remark that *P. caudatum* brought from natural sweet-water, freshly centrifugated had no such effect. Such substance could be likely produced during the culture. The presence of such and similar factors are to be accounted for both in the cultures of protozoa and under natural conditions. The short span of life of certain species, the inter-change with other species may be thus explained.

c) From the above statements follows that the shells mean no full defence for the encysted animal. Injurious substances solved in fluid may penetrate them to a certain extent. This is likely the reason why in cultures rich in metabolic products or in wet soils are the cysts less resistant. The penetration of these substances, however, seems to decrease with the extent of the plasma gelification, i. e. is in inverse ratio to it. This is shown as follows:

The contractile vacuola, the functional intensity of which can be considered to be the rate of the osmoregulation, works, anyhow, slower and slower after the encystment of the *Colpoda fastigata*. Thus the shells of the cysts do not prevent the water from penetrating the protoplasma. Still more remarkable is the phenomenon in the hypotonic environment where the vacuolar function can be noted considerably longer following encystment, naturally in a strongly reduced form. As the gelification of the plasma progresses, the penetration of water is decreasing and finally no osmoregulatory activity is shown by the contractile vacuola. So the penetration of the environmental solutions can be considered almost ceased as such. The pronounced shrinkage of the protoplasma which can be considered as a biosineresis, becomes now still more pronounced. I would emphasize this because some workers (11, 21), are inclined to attribute the plasma shrinkage to an increased pulsation activity. In my opinion the osmoregulation and biosineresis are radically different processes, two different phenomena of the water metabolism of the unicellular animals. In the case of biosineresis if water is released, the contractile vacuolae have no role whatever in its transportation from the plasma. An other question is how do some substances stimulating excystment such as root-extracts or injurious, toxic substances, get into the gellified protoplasma after the discontinuance of the osmoregulation? To this question no answer can be so far given. The fact is that the gelification of the protoplasma is a very significant factor from the defence-point of view as against the chemical substances. The presumed «killed» substance did kill every member of the *Pyxidium asymmetricum's* swimmers within 48 hours which encysted very difficultly and slowly, at the same time prompted a rapid gelification of the *Colpoda fastigata* specimens which encyst very well and quickly and would have perished without this process. Thus the protoplasma is able to avoid the injurious effect of the «killed» substance.

Hence it is suggested: the more pronounced are the biosineresis and gelification, i. e. the more ineffective the polar roots become due to the bonds formed, the less viable is the protoplasma. Such shrunken animals, — observed in many a case — could be prompted to excystment only after days even with strongly active substances. Contemporaneously its defence is growing stronger

as the inactivation of the polar roots markedly slows down the penetration of the substances injurious to the plasma. Therein, among others, I suppose, is the great biological significance of the gelification concomitant to the cystment, i. e. of the formation of the plasma-gel.

3. Cystment in absence of demonstrable injurious substances

The cystment of the *C. fastigata* in tap- and distilled water is noteworthy because it can not be directly connected with injurious factors. This supports the opinion of investigators attributing the encystment to the lack of some indispensable substance.

Reference has already been made that symptom of encystment, formation of protective cysts may start in the presence of demonstrable food. In fresh root-extracts 3—4 days following inoculation, large number of the active Colpoda, their reproductive, then protective cysts appear. In the opinion of BARKER and TAYLOR (1) such a crowding is a considerable factor of the encystment with the *Colpoda cucullus*. This motivation, however, does not turn the attention to the reason, namely, giving 1—2 drops of the root-extract to the crowded, overpopulated culture was sufficient to stop both forms of the encystment, to reverse them and to reactivate the animal. It follows that the substance or substances important to life of the cultures are consumed by the great number of the active forms. The lack of these substances or their reduced quantity may prompt the Colpoda to encystment. GARNYORST (12) supposes vitamins of vital importance, but may be attributed to such trace elements that are required to the function of the enzyme. Anyhow so far no investigations have been made.

4. Contrary processes of cystment in the same culture

The en- and excystment frequently occurred simultaneously and parallelly in the cultures of the *Colpoda fastigata*. It may be assumed to all appearance that in some of the animals the resting period begins, induced either by the environment or some inner stimulus. On the other hand it is possible, a process marking the end of the resting period which naturally results in the excystment. To approach this phenomenon has so far failed. It can be explained as follows:

The environment for the ex- or encysting animals is only apparently identical. Namely, the encysting animal is in contact with the culturemedium only by the thin pellicula. The cysed animal is separated from the environment by the cystshell consequently it is better delimited. A peculiar inner environment is being formed during the shrinkage of the protoplasma, during its biosynthesis. Namely, the plasma may give up not only dehydrated water but also substances absorbed earlier. Hence within the cyst-shell such substances may be produced which stimulating the encysted animal may act as an excysting factor. This may be concluded from the phenomenon experienced in the hypotonic medium, where in general the more rapid sineresis, the releasing originally bound substances respectively, induce the excystment within a short time (in spite of the unfavourable environment to the active life). This phenomenon was twice, thrice repeated.

5. The problem of periodicity of the cystment

BEERS, C. DALE (3) fed the *Didinium nasutum* with *Paramecium caudatum* poorly in one culture and well in an other one. In the latter the *Didiniums* did not encyst, while those fed poorly (112 generations) encysted within 64 days. This experimental result gives rise to doubt whether it is worth speaking about periodicity of the encystment. My investigations led me to this conclusion too.

During culturing the *C. fastigata* the animals have been often inoculated. Occasionally the same culture has been diluted with root-extracts, without changing the basic material. The excystment in these cultures was sporadic. The more frequent the dilution was, the more rare was the formation of the resting cyst. On the other hand — as mentioned above — a drop of fresh root decoction sufficed to stop the encystment in process and to reactivate the animals.

Accordingly can not be stated either in the case of the freshwater *Didinium* or in that of the *Colpoda* in the soil that the commencement of the encystment means a necessary resting condition which occurs independently of the environment. Above experiments prove that the encystment means the natural defence of the protozoa, it is a defence against the lack of substances indispensable to life as well as against the presence of substances injurious to life.

Summary

The physiological symptoms regarding the ex- and encystment have been examined on *Colpoda fastigata* taken from the soil and cultured from one cyst. The animals lived well on root-extract and cysted. The extracts, at the same time, considerably stimulated the excystment even in high dilution, consequently proved to be very suitable media to the examinations. Observations were made partly in tap- and partly in distilled water. Result were:

1. Firstly informative examinations were carried out regarding the viability of *Colpoda* cysts living in different environment.

- a) *Colpoda fastigata* excysted in great number after 2 years from dried mountain-moss due to wetness, *C. flavicans* from other moss excysted in small number after 3 years.

- b) The various *Colpoda cucullus*, *fastigata*, *flavicans*, *inflata*, *maupasi*, from mixed roots en- and excysted due to water, did not activate, however, even with root-extracts after 4 years either (Cysts permanently in fluid).

- c) *Colpoda fastigata* cultured in qualitatively different root-extracts have not encysted alike and the excystment of the cysts showed significant difference (Table I) in the same root-extracts a year and a half after drying the cultures. In some of the cultures (e. g. *Ononis spinosa*) the cysts did not excyst at all after a year and a half, they perished. According to the quantitative data of the cystment the single root-extracts affect not only the protoplasm of the active *Colpodae*, but also that of the cysted ones, sometimes they injure it.

2. Substances injurious to life-functions of the *C. fastigata* significantly affect cystment.

- a) In fresh root-extract the ratio of the numerous active and cysted forms is lower than in the root-extracts containing toxic products, as well as inju-

rious metabolic products, wherein the number of the active and cysted forms is considerably lower. It seems that in the latter case the *C. fastigata* responds to the injurious substances first with the formation of increased reproductive cysts and produce a greater number of protective cysts only later (*Graph*).

b) Cultured *Paramecium caudatum* that killed the permanent swimmers of the hardly cysting *Pyxidium asymmetricum* with their chemical substances, prompted the *C. fastigata* to encyst within 48 hours in other cultures. It is very likely a »paramycin«-like, »killed« substance. At the biosynthesis-like change of the rapid encystment, of the gelification of the protoplasm the inactivation of the polar-roots of the plasma produces such a defense for the animal that assures its subsistence for a longer time. The defence may be enhanced by the shrinking of the plasma, the viability, however, is reduced.

3. The encystment occurs even in the absence of the injurious substances. In distilled water the *Colpoda*, surviving the cytolysis, produced both protective and reproductive cysts. This phenomenon may be ascribed to the lack of vitally important vitamins or to that of trace elements. The vast encystment in the highly populated root-extract cultures may be explained in this way, i. e. by the rapid use of such substances.

4. In the cultures of the *C. fastigata* the ex- and encystment frequently occurred parallelly. It can be assumed that during the biosynthesis of the plasma the substances formerly absorbed are released and thereby is formed a peculiar inner environment stimulating the excystment within the cysts which in fluid medium may result in full excystment (In distilled water where the shrinking of the plasma was more rapid, the excystment was also more rapid, even repeated two-, three times).

5. The cystment can not be considered a periodical process, independent of the environment. The phenomenon can be made reversible in any phase and the inactive state may be ceased any time. Having all the conditions needed to the life of the protozoa or injurious substance is absent, no encystment occurs.

The natural defence of the protozoa is expressed by the cystment; it means defence against the lack of substances of vital importance as well as against the presence of substances perilous to life.

References

- (1) Barker, H. A. and C. V. Taylor: *Physiol. Zool.* **4**, 620, (1931).
- (2) Barker, H. A. and C. V. Taylor: *Physiol. Zool.* **6**, 127 (1933).
- (3) Beers, C. Dale.: *J. Exper. Zool.* **56**, 193—208 (1930).
- (4) Biczók, F.: *Acta Biol. Szeged*, **1**, 160—173 (1955).
- (5) Biczók, F.: *Acta Zool.* **1—3**, 115—148 (1956).
- (6) Bodenheimer, F. S. and K. Reich: *Soil. Sci.* **38**, 259—265 (1934).
- (7) Brandt, Th.: *Arch. f. Protist.* **47**, 59—100 (1923).
- (8) Bridgmann, A. J.: *J. Exptl. Zool.* **108**, 21 (1948).
- (9) Dawson, J. A. and D. C. Hewitt: *Amer. Natural.* **65**, 181—186 (1931).
- (10) Догель, В. А.: *Общая протистология*, Москва, 1951.
- (11) Entz, G.: *Mat. és Term. tud. Ért.* **57** (1938).
- (12) Garnyobst, L.: *Physiol. Zool.* **20**, 5 (1947).
- (13) Hall, R. P.: *Protozoology*. New-York (1953).

- (14) *Hutner, S. H. and André Lwoff: Biochemistry and Physiology of Protozoa II. New-York (1955).*
- (15) *Johnson, W. H. and F. R. Evans: Physiol. Zool. 13, 102—121 (1940).*
- (16) *Johnson, W. H. and F. R. Evans: Arch. f. Protist. 92, 92—116 (1939).*
- (17) *Kuan-Chin and Amos Benkov: Arch. f. Protist. 84, 1—32 (1934).*
- (18) *Michelson, E.: Arch. f. Protist. 61, 167—184 (1928).*
- (19) *Momcilo, I.: Zool. Anz. 113, 234—237 (1936).*
- (20) *Pigon, A.: Bul. de L' Acad. Pol. des Sci. 2(3), 131—134 (1954).*
- (21) *Reichenow, E. and F. Doflein: Lehrbuch der Protozoenkunde. Jéna (1949).*
- (22) *Strickland, A. G. R.: Physiol. Zool. 13, 356 (1940).*
- (23) *Thimann, K. V. and H. A., Barker: J. Exptl. Zool. 69, 37—57 (1934).*
- (24) *Stolle, H. A.: Verh. D. Zool. Ges. 27, 79—81 (1922).*
- (25) *Taylor, C. V. and A. G. R., Strickland: Arch. f. Protist. 90, 396 (1938).*
- (26) *Varga, L. and Telegdy—Kováts, L.: Methods suitable for examination made on small animals living in soil (Ballanegger, R.: Talajvizsgálati módszerkönyv, Budapest (1953).*

ÜBER DIE FOSSILEN MADREPORARIEN IN DEM SYSTEM DER LEBENSERSCHEINUNGEN

Von

G. KOLOSVÁRY

Aus dem Syst. Zool. Institut der Universität Szeged, Ungarn
(Eingegangen am 10. Feber, 1957)

Aus meinen zehnjährigen Untersuchungen (1—5) über die fossilen *Madreporarien* Ungarns lassen sich auf Grund statistischer Ergebnisse gewisse biostratigraphisch-phylogenetische Schlüsse ziehen. Es werden wichtige Zusammenhänge klar und auf Grund der Gesetzmässigkeiten des »Systems der Lebenserscheinungen« (6) werden gewisse persistente, elastische und progressiv-regressive Eigentümlichkeiten der *Madreporarien* offenbar.

Die fossilen *Cyclocorallia*-Unterordnungen Ungarns kommen — verglichen mit den Zahlen aller bisher bekannter Unterordnungen — in proportionaler Familienzahl vor.

Die phylogenetische Entwicklung von den *Pterocorallien* zu den *Cyclocorallien* zeigt einen sukzessiven Gang. Dieser Entwicklungsprozess lässt fünf Stadien erkennen, wobei jedem Stadium ein Typ entspricht.

1. *Urtyp* mit primärer bilateral Symmetrie, welche durch die dorsoventrale Anordnung der Protosepten zustande kommt.

2. *Alter Typ* oder *Triad*, in dem die beiderseitige Proportionalität noch erhalten ist und der einen Übergang zwischen Ur- und neuen Formen darstellt.

3. *Mittel Typ*. Seine Vertreter erscheinen vor dem oberen Kreidezeitalter und besitzen einen neozoischen Charakter. Teilweise blieb dieser Typ in den auch heute lebenden *Amphiastreaiden* erhalten.

4. Der *neue Typ* tritt im oberen Kreidezeitalter auf und bildet einen Übergang zur Entwicklung der Korallen des neogenen Typs.

5. *Moderner Typ*. Infolge einer Septenreduktion kommt die sekundäre bilaterale Symmetrie zustande, nur vereinzelt bleibt ein dorsales, ventrales oder dorsoventrales Septum zurück. Der Prototyp ist die *Acropora*.

Die erdgeschichtliche Verteilung dieser Typen veranschaulicht — auf Grund der Fauna-Liste der in den ungarischen Mittelgebirgen gefundenen Urreste — ein Zusammenhang. Die Verteilung der Bankbildenden und nicht-bankbildenden Arten der fossilen *Madreporarien* in den ungarischen Mittelgebirgen zeigt ein interessantes Bild. Die bankbildenden Arten sind im unteren Kreidezeitalter und im mittleren Eozän zahlenmässig stark ausgebildet (24 Arten im un-

teren Kreide und 59 im Mittel-Eozän). Die nicht-bankbildende Arten dominierten in Ober-Perm (25 Arten); Jura und Oligozän (25 Arten).

Reiche Familien lebten in der Trias, Kreide und im Eozän. Auch die Familien mit geringen Artenzahl treten in diesen Zeitaltern hervor, da sich die Korallen des Alter-, Mittel- und Neotyps in diesen Zeiträumen herausdifferenzierten.

Die meisten stratigraphisch-charakteristischen Arten spezialisierten sich zu Ende eines jeden Zeitalters, da die verschiedenen geologischen Zeitalter in ihren letzten Phasen — auf Grund der Korallenfunde in Ungarn — in verschiedene Horizonte zu teilen. Ein Zerfall grösseren Massstabes (Kollektiven) in verschiedene Arten ist besonders in der Trias, dem Kreide- und Eozän Zeitalter zu beobachten.

Die Untersuchung der persistenten, elastischen und progressiv-regressiven Arten bzw. Formen zeigt, dass in der mittleren Trias die Entwicklung der *Madreporarien* einen Aufschwung nimmt. Später erlangen die elastischen Arten die Vorherrschaft. Relativ die meisten progressiven Arten finden sich in der Eozänphase. Im Neozoikum lässt die Persistenz nach und im Miozän treten wiederum die elastischen Arten in der Vordergrund. Die Zahl der indifferenzierten Arten ist so gross, dass die persistenten, elastischen und progressiv-regressiven Arten ihre spezielle Rolle in der Phylogenese in der Tat getreu widerspiegeln. Zwischen den zwei extremen Stellungen, den persistenten Arten einerseits und den progressiv-regressiven andererseits, vertreten die elastischen Arten den *Quetelet'schen* Mittelwert.

Im oberen Karbon fallen der Gipfelpunkt der orogenen Phase, die starke Vulkanität, eine praeglaziale Zeit, intensive Korallenbankbildungen und die Differenzierung der stratigraphischen Arten des letzten Abschnittes des betreffenden Zeitalters zusammen.

Mit der Beendigung der Variscidenbewegung am Ende des Perms kommen solo-Korallen auch massenhaft in Ungarn in der oberen Permschichten zum Vorschein. (1).

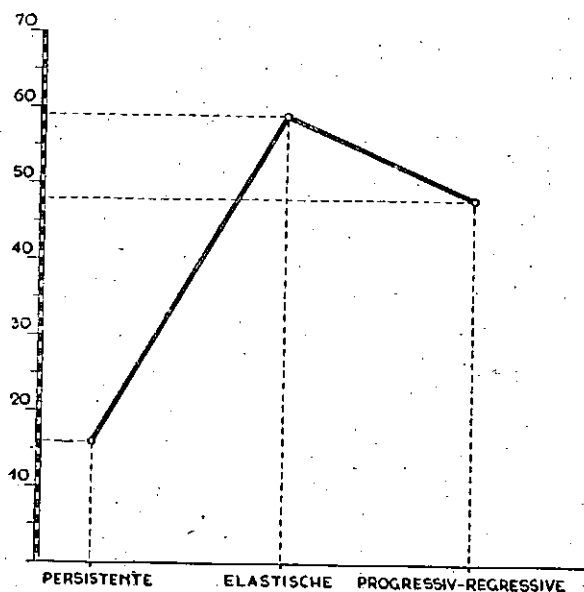
In der Mitte der Trias setzt schon die Ausbildung des Geosynklinals der grossen Juraphase ein. Hiermit steht auch die Bildung der Korallenbänke der Trias im Zusammenhang. In der Juraphase beginnt in den ungarischen Gebieten im grossen Geosynklinal die Herrschaft der solo Korallen. Diese ungarische Ausbildung ist spezifisch und unterscheidet sich im Wesentlichen von der portugiesischen, schweizerischen und siebenbürgischen Jurakorallbänke! (5).

Die obige Situation ändert sich mit dem Auftreten der orogenen Phase zu Beginn des Kreidezeitalters und dem beginnenden Vulkanismus, da wiederum bankbildende Korallen die Herrschaft (auch in Ungarn) übernehmen. Die Bankbildungen dauern — mit mehr oder minder grossen Schwankungen — bis zum Oligozän. Im Oligozän ist auf dem Gebiete des heutigen Ungarn wieder eine Tiefsee im Bestehen begriffen, dementsprechend beginnt die Herrschaft der solo *Madreporarien*-Arten. Die vulkanische Tätigkeit ist im Aufhören begriffen.

Der Wiederauftritt der Bankbildungen der *Madreporarien* im Miozän in Ungarn folgt dem Orogen-Gipfelpunkt der Anfangszeit des Neogen.

Nach dem Tortonien zieht sich das Meer von dem Gebiete des Pannonischen Beckens zurück und in den vorübergehenden Brack-Binnengewässern hört das Leben der *Madreporarien* entgültig auf.

Die Tabelle veranschaulicht, welche Zusammenhänge zwischen persistenten, elastischen und progressiv-regressiven *Madreporarien* mit den Kategorien des »Systems der Lebenserscheinungen« (6) festzustellen sind.



Grafikon I.

Es wurden unter den fossilen ungarländischen Korallen-Arten 16 als konservativ, 59 als elastisch und 48 progressiv-regressiv beurteilbare Arten, beziehungsweise Unterarten und Formen gefunden. Der grosse Anzahl der Extremen der *Quetelet*-schen kurve beweist, dass die *Madreporarien* in dauernden Fortschritt, während der Phylogenie, sich befinden.

Persistenz	Elastizität	Progress.-Regression
Tetracorallia (Pterocorallia)	Triaden	Vom Mittel-Typ bis
Amphistraeidae	Cyclocorallia	Acroporarien-Typ.
Orogen und Epirogen Phasen	Grosse Jura-Geosynklinale	Orogen und Epirogen Phasen.

Tabelle I.

Die palaeozoischen *Pterocorallien* und die späteren *Amphistraeiden* darstellen einen Konservatismus der ursprünglichen Bilateralität der Septen. Während ihrer akmischen und parakmischen Lebensperioden wurden oro- und epirogene Erdphasen wechselnd vorhanden. Eine grosse Elastizität haben die Korallen während den grossen, Jura-Geosynklinale und eine weiterführende Progression tritt nach den Postjurazeiten ein.

Schrifttum

- (1) G. Kolosváry: Földt. Közl. 81, 1—185 (1951).
- (2) „ : Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon. 25, 231—233 (1956).
- (3) „ : Földt. Közl. 84, 235—243 (1954).
- (4) „ : Ann. Inst. Geol. Hung. 42, 67—163 (1954).
- (5) „ : Földt. Közl. 1, 67—86 1956.
- (6) „ : Act. XI. Congr. Int. Philos. 6, 236—241 (1953).



A kiadásért felelős: Abrahám Ambrus

1957

Készült lino-szédéssel, ives magasnyomással. Terjedetem. 11,25 (A/5) IV, 50 abra.
Szegedi Nyomda Vállalat 57-3038. Felelős vezető: Vincze György.

TOMI PRIORES:

Acta Botanica	Tom. I. Fasc. 1—6, 1942
" "	Tom. II. Fasc. 1—6, 1943
" "	Tom. III. Fasc. 1—6, 1944—48
" "	Tom. IV. Fasc. 1—6, 1949
Acta Zoologica	Tom. I. Fasc. 1—4, 1942
" "	Tom. II. Fasc. 1—4, 1943
" "	Tom. III. Fasc. 1—4, 1951
Annales Biologicae Universitatis Szegediensis	Tom. I. 1950
Annales Biologicae Universitatum Hungariae Pars Szegediensis	Tom. I. 1951
Annales Biologicae Universitatum Hungariae Pars Szegediensis	Tom. II. 1954
Acta Biologica, Nova series	Tom. I. Fasc. 1—4, 1955
Acta Biologica, " "	Tom. II. Fasc. 1—4, 1956
Acta Biologica, " "	Tom. <u>III</u> . Fasc. 1—2, 1957

INDEX

<i>Abrahám, A., Biczók, F., Megyeri, J.</i> : Hydrobiologische Untersuchungen am östlichen Teile des Bükk-Gebirges	55
<i>Beretzky, P., Csongor, Gy., Horváth, A., Kárpáti, A., Kolosváry G., Szabados, M., Székely, M.</i> : Das Leben der Tisza — I. Über die Tierwelt der Tisza und ihrer Inundationsgebiete	81
<i>Biczók, F.</i> : Physiology of the cystment examined on the Colpoda Fastigata	109
<i>Ferenczy, L., Gracza, L., Szalai, I.</i> : Studies on the selective germination inhibiting effect of 2-methyl-1,4-naphtochinon	3
<i>Ferenczy, L.</i> : Examinations on germination- and growth-inhibiting effect of some seed-extracts	7
<i>Gracza, L.</i> : On the auxin-sensitivity of the coleoptiles of different Avena varieties	11
<i>Greguss, P.</i> : Marginal ray parenchyma in Araucariaceae and in Podocarpaceae	15
<i>Kolosváry, G.</i> : Über die Fossilen Madreporarien in dem System der Lebenserscheinungen	123
<i>Simoncsics, P., Kedves, M.</i> : Eine neue Sequoia-Reste aus dem Pannon der Balaton-See-Gegend	19
<i>Szalai, I., Dévay, M.</i> : Die Wirkung der »Rindite-Dämpfe« auf den N-Stoffwechsel der Kartoffelknollen in den einzelnen Keimungsphasen	25
<i>Szalai, I.</i> : Die Verteilung der freien Aminosäuren in Kartoffelknollen und ihre Beeinflussung durch »Jarowisation«. I. Photometrische Bestimmung des Gesamtaminosäurenspiegels im Kartoffelsaft mittels der Ninhydrinreaktion.....	33
<i>Szalai, I.</i> : Die Verteilung der freien Aminosäuren in Kartoffelknollen und ihre Beeinflussung durch »Jarowisation«. II. Papierchromatographische Untersuchungen der freien Aminosäuren des Kartoffelsaftes.....	41
<i>Szalai, I.</i> : Change of bonded and free tryptophan content in tubers of germinating potatoes	51

53577



1958 APR 24

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

ACTA BIOLOGICA

NOVA SERIES

TOMUS III

FASCICULI 3-4

SZEGED (HUNGARIA)

1957



53527

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

ACTA BIOLOGICA

NOVA SERIES

TOMUS III

FASCICULI 3-4

SZEGED (HUNGARIA)

1957

Adiuvantibus
LAJOS BARTUCZ, PÁL GREGUSS, GÁBOR KOLOSVÁRY

Redigit
AMBRUS ÁBRAHÁM

Editionem curat
ISTVÁN SZALAI

Edidit
Facultas Scientiarum Naturalium Universitatis Szegediensis

Nota
Acta Biol. Szeged

A szerkesztőbizottság tagjai:
BARTUCZ LAJOS, GREGUSS PÁL, KOLOSVÁRY GÁBOR

Szerkeszti
ÁBRAHÁM AMBRUS

Technikai szerkesztő
SZALAI ISTVÁN

Kiadja
a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Kara
(Szeged, Aradi Vértanúk tere 1)

Kiadványunk rövidítése:
Acta Biol. Szeged

PARS BOTANICA

DIE VEGETATION DER WEISSPAPPEL-HAINE IN DEM RESERVAT „EMLÉKERDŐ” BEI SZEGED—ÁSOTTHALOM

Von

GY. BODROGKÖZY

Botanisches Institut der Universität Szeged

(Eingegangen am 8. Juli, 1957)

Bei den Sandbodenwäldern in der Umgebung von Szeged handelt es sich zum grössten Teil um angepflanzte, sog. Kulturwälder. Die maiglöckchenbestandenen und Puszten-Eichenwälder der vorgeschichtlichen waldigen Puszten im südlichen Abschnitt des Zwischenstromlandes zwischen *Duna* und *Tisza* sind fast völlig verschwunden. Auch ihre in Weisspappelbestände übergegangenen Typen sind nurmehr sporadisch anzutreffen. Ein grosser Teil derselben untersteht aber so grossen Kultureinflüssen, dass ihre ursprüngliche Vegetation fast vollkommen ausgestorben ist.

Es hatte aber zu Beginn der Aufforstung der Umgebung von Szeged Forstrat F. Kiss den genialen Gedanken, einen Teil des Waldes von *Felsőásotthalom* (bei Ásotthalom) als unberührten Weisspappelpark für die Nachwelt herüberzueretten. Als Reservat bzw. »Erinnerungswald« (»Emlékerdő«) war er zur Erhaltung der Puszten- und Wald-ursprünglichenvegetation berufen.

Dieser geschonte Pappelhain mag etwa 80–100 Jahre alt sein, er ist einer der beliebtesten Ausflugsorte der studierenden Jugend und der naturliebenden Bewohnerschaft der Stadt Szeged. Obwohl das Reservat im Lande immer noch wenig bekannt ist, wurde es doch in den letzten Jahrzehnten von zahlreichen Forstleuten und Botanikern aufgesucht.

Seine Vegetation ist von LÁNYI (11), der zahlreiche Angaben mitgeteilt hat, eingehend studiert worden. Die synökologische Bearbeitung des Reservats habe ich — parallel mit dem phytozönologischen Studium der Sandboden-Kulturwälder — im Jahre 1954 in Angriff genommen (4). Das Gebiet hat sich auch zum botanischen Studium der Standorttypen der Weisspappelbestände als sehr geeignet erwiesen. *Populus alba* und *P. canescens* stellen, wie bekannt, gut treibende Arten dar und so nehmen unter ungestörten Umweltverhältnissen die von diesen Baumarten gebildeten Haine die für sie optimalen Standorte ein. Daher liefern die Untersuchungsergebnisse nicht nur von botanischem Gesichtspunkte, sondern auch für die praktische Forstwirtschaft brauchbare Daten, und zwar um so mehr, als diese beiden Pappelarten als wichtiges Nutzholz auch in heimischer Beziehung in den Mittelpunkt des Interesses gerückt sind. In Verbindung mit ihren Standortansprüchen harren aber noch zahlreiche Fragen einer Lösung. Bei der Auswahl der entsprechenden Fundorte kommt teils den ursprünglichen Pusztenartenkombinationen, teils den schon vorhandenen Waldassoziationen, und nicht zuletzt den in den letzten Jahren immer eingehender studierten Kulturzönosen eine wichtige Rolle zu.

Das gegenwärtige Bild unserer Sandboden- Pappelbestände

Die natürlichen Weiss- und Graupappelhaine zwischen *Duna* und *Tisza* haben sich zweifellos aus dem Typ der *Convallario Quercetum* (Maiglöckchen-) bzw. der *Festuco Quercetum* (Puszt-Eichenwälder) entwickelt und mehr oder weniger die Bodenvegetation der ursprünglichen Eichenwälder bewahrt. So beschreibt ZÓLYOMI (18) sie als die auf dem Sandboden der Wald-Pusztengürtel zonenartig auftretende *Querceto-Festucetum populetosum albae*. KERNER berichtet in seiner 1863 erschienenen Arbeit anlässlich der Beschreibung der Flora des Sandrückengebietes zwischen *Duna* und *Tisza* auch über die Pappel-Wälder. HARGITAI (7) bringt in seiner Studie über die Wälder in der Umgebung von Nagykörs wertvolle ökologische Beobachtungen über das Verhältnis des Grundwasserniveaus und der spontanen Bewaldung. Eine floristische Auswertung hat BOROS (5, 6) gegeben.

Von forstkundlichen Gesichtspunkten befassen sich KISS (10—11), KERKÁPOLY (8) und VÁRKONYI (16) mit den Weisspappelbeständen von Kiskunság. Eine Synthese ihrer Standortforschungen gibt BABOS (1, 2), der ausführlich die zwischen *Duna* und *Tisza* vorkommenden Fundorttypen behandelt. Bezüglich ihrer Entstehung hält er vom Gesichtspunkte ihrer Nährstoffversorgung und ihres Wasserhaushaltes die Verhältniszahl des Schlamm- und Feinsandgehaltes des Bodens, das Grundwasserniveau und seine Schwankungen, sowie Anwesenheit und Lagerung der unter dem Flugsand begrabenen Bodenschichten für ausschlaggebend. Die Typen der Sandbodenbestände an weissen und grauen Pappeln charakterisiert er unter Benutzung des früher von P. MAGYAR ausgearbeiteten Pflanzenassoziationssystems. In seiner Studie analysiert er zunächst die Erscheinungsform der Wacholder-Pappelhaine (*Junipereto-Populetum*.) Die von ihm beschriebenen sogenannten »Eichen-Pappelwälder« lassen uns in den Besitz wertvoller botanischer Daten gelangen. In ihrer Bodenvegetation kommen *Convallaria majalis*, *Rubus caesius*, *Polygonatum latifolium* und die in der Tiefebene ziemlich seltene *Lithospermum purpureo-coeruleum* vor, im Sträucherniveau mit *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea* und *Evonymus europaeus*, die er als charakteristisch für die sandbedeckten Wiesenböden hält. Die aus den Eichenwäldern stammenden Arten des Rasenniveaus der reinen Sandboden-Pappelbestände werden aber immer rarer und immer mehr durch Sandpuszten-Arten ergänzt, da auf dem Boden der lichtbedürftigen Pappelwälder sich für die letzteren günstige Lichtverhältnisse entwickeln. Im Laufe der Vorarbeiten zur geobotanischen Kartenaufnahme des südlichen Kiskunság konnte ich derartige Pappelhaine an zahlreichen Stellen des hügeligen Zwischenstromlandes auf der Strecke von Soltvadkert bis Kiskunhalas beobachten. Hier erwies sich eine andere, aus Eichenbeständen stammende Art der Rasenregion als konstant, nämlich die in der Tiefebene sonst nur sporadisch vorkommende *Cephalanthera rubra*.

Artenkombination

<i>Populus alba</i>	3	<i>Medicago falcata</i>	1—2
<i>Juniperus communis</i>	1—2	<i>Trifolium repens</i>	1—2
<i>Crataegus monogyna</i>	1	<i>Astragalus cicer</i>	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	1		



Abb. 2.: Mesophiler Weisspappelhain im Reservat von Szeged-Asóthalom (Sept. 1955) Aufnahme des Verf.

Pimpinella saxifraga	1—2	Asparagus officinalis	+
Scabiosa ochroleuca	+	Polygonatum latifolium	1—2
Cynoglossum officinale	1	Iris flavissima var. arenaria	+
Salvia pratensis	1	Cephalanthera rubra	1
Verbascum lychnitis	+	Epipactis atrorubens	+—1
Achillea millefolium	+	Carex flacca var. cuspidata	+—1
Saponaria officinalis	+	Poa pratensis ssp. angustifolia	3

(Pappeinbestandener Dünenzwischenraum; 5×5 m. Bedeckung 90%; Soltvadkert am 8. Juni 1956.)

An trockeneren Standorten des mittleren Gebietes von Klein-Kumanien (Kiskunság) insbesondere in der Umgebung von Bugac, ist die *Junipereto-Populetum* verbreitet, weiter südlich tritt *Crataegus monogyna* an die Stelle des *Juniperus communis*.

Die Weisspappelbestände des Reservates

Das Reservat hebt sich an der *Ásotthalom* Strecke der Landstrasse von Szeged—Kiskunhalas mit seinem grün-weissen Farbeffekt lebhaft von den Schwarzföhren- und Akazien-Kulturwäldern der Umgebung ab. Seit Jahrzehnten nicht von Förstershand berührt, liegen die vom Blitz zerstörten Stämme verwittert, faulend am Boden und räumen der folgenden sprossenden Generation den Platz. Hier wird grundsätzlich nicht geweidet, und so sind in der Bodenvegetation der Pappelhaine an den Lichtungen und auf den Sanddünen mehrere Pflanzenarten erhalten geblieben, welche Kultureinflüsse nicht dulden und in unserer Tiefebene immer seltener anzutreffen sind.

Den Laubkronenschicht der Parkwälder bilden *Populus alba* und *P. canescens*, der Sträucherschicht ist unbedeutend, es erscheinen vorwiegend *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare* und stellenweise *Berberis vulgaris*. Das Rasenniveau besteht hauptsächlich aus Sandpuszarten. Je nach den Boden- bzw. klimatischen Verhältnissen ist eine xerophiler, an Arten ärmerer und eine mesophiler, an Arten reicherer Bodenvegetations-Fundorttyp zu unterscheiden.

Festuco-Quercetum populetosum albae mesophilum

Was die Bodenverhältnisse anbetrifft, ist in der unteren Schicht, unter einer 80—100 cm dicken Sanddecke, eine humushaltige Sandschicht stets anzutreffen. Humusgehalt rund 1%, die aufschlammbare Fraktion wechselt. Die obere humushaltige Sandschicht hat eine Dicke von 10—15 cm mit 1—3% Humusgehalt. Der CaCO_3 -Gehalt in den freigelegten Profilen blieb unterhalb von 10%, Grundwasser weniger als 2 m (Sept. 1955). Die Waldflecken nehmen den winkligen Streifen zwischen den trockenen Dünen und tieferen Dünentälern ein. Der hohe Holzertrag spricht für optimale Standortverhältnisse. Bodenuntersuchungen nach der Methode von BALLENEGGER (3), Darstellung nach STEFANOVITS (16).

Aspektveränderungen: Bei ungarischen beschäftigte sich mit der Aspektus-Frage in erster Linie I. KÁRPÁTI und Frau I. KÁRPÁTI (8). Frühjahrs- und Sommerperioden sind deutlich zu trennen. Erstere sondert sich in zwei Phasen: a) *Viola rupestris* ssp. *arenaria* — *Taraxacum laevigatum* (in der zweiten Hälfte

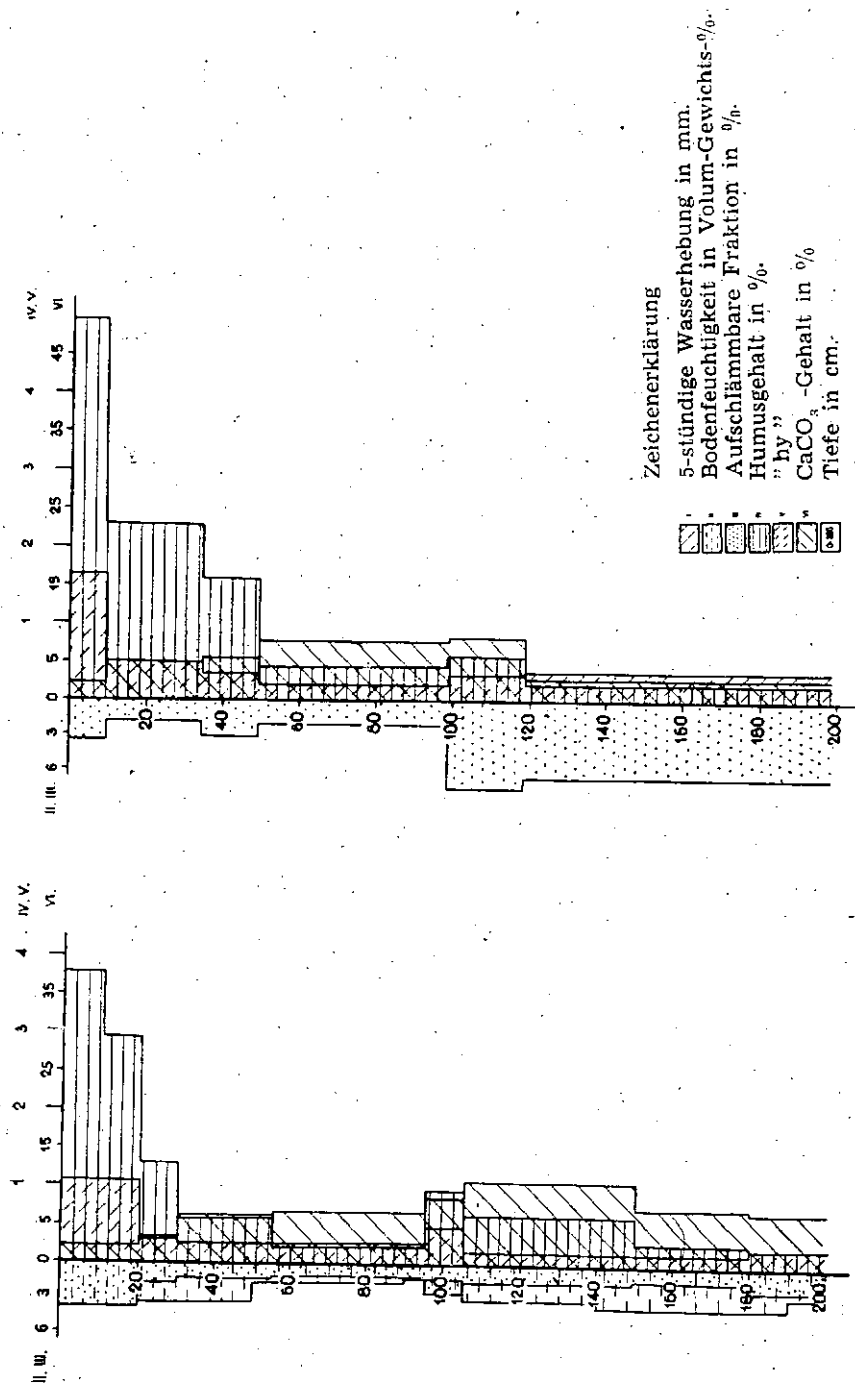


Abb. 1.: Bodenprofil eines mesophilen Weissappelhaines.

des April). Obwohl beide namengebenden Arten für die Sandwiesen charakteristisch sind, ist in den Weisspappelhainen des Reservats besonders die *Viola* massenhaft anzutreffen. Im Blütenstand befinden sich ferner: *Euphorbia cyparissias*, *Taraxacum officinale*, *Muscari racemosum* und *Carex liparicarpos*. b) *Phase* die auch mit den Sandwiesen übereinstimmende *Iris arenaria* — *Scorzonera purpurea* — *Phase*. Weitere blühende Arten sind: *Ranunculus acer*, *Crataegus monogyna*, *Scorzonera cana*, *Thesium ramosum* usw. (Periode: Monat Mai).

Im Sommeraspekt sind ebenfalls zwei Phasen zu unterscheiden: a) *Cephalanthera rubra* — *Epipactis atrorubens*-Phase (von Anfang Juni bis zum ersten Drittel des Juli). Blühende Arten sind ausserdem: *Crataegus monogyna*, *Astragalus austriacus*, *Lithospermum officinale*, *Leontodon hispidus*, *Tragopogon floccosum*, *Hieracium pilosella*, *H. bauhini*, *Silene otites* ssp. *pseudotites*, *Asparagus officinalis* usw. — b) *Phase*: *Odontites lutea* — *Cysticus austriacus* (von Mitte Juli bis Ende August). Ferner blühen: *Astragalus glycyphyllus*, *Asperula cynanchica*, *Campanula sibirica*, *Anthericum ramosum*. In der ungewöhnlich trockenen Spätsommer- bzw. Herbstperiode waren keinerlei auffällige Aspektunterschiede zu verzeichnen.

Festuco — *Quercetum populetosum albae xerophilum* ist der auf den höheren Sandbrücken und Dünenhängen erscheinende Fundorttyp; der Holzertrag ist ein geringer. In der Rasenzone bleiben nur die lichtliebenden und die Trockenheit besser vertragenden Arten erhalten. Qualitativ viel ärmer als der erste Typ.

Dominierende Arten:

Galium verum, *Euphorbia cyparissias*, *Verbascum lychnitis* *Tragopogon orientale*.
Poa pratensis ssp. *angustifolia* *Calamagrostis epigeios*, *Phelum phleoides*

Die Bodenverhältnisse sind ähnliche wie am vorhergehenden Standort, nur ist das Grundwasser schon schwerer erreichbar.

Festucetum vaginatae danubiale populetosum albae — Zwergpappelwald.

Kommt auf denjenigen Dünen spitzen oder höher gelegenen Sandrücken zur Ausbildung, deren Oberfläche um etwa 1,5—2 m höher liegt als die der mesophilen Pappelbestände und deren Boden in mehr als 1 m Tiefe eine Humusschicht enthält. Das Grundwasserniveau kann aber schon so tief liegen, dass es zur natürlichen Gestaltung von mehrstufigen Weisspappelbeständen nicht mehr ausreicht.

Der Humusgehalt der oberen Bodenschicht (unter 10 cm) beträgt nicht mehr als 10%, dazu kommt noch der geringe schlämbbare Anteil und nicht zuletzt das extreme Mikroklima der Dünengipfel, welches aus den Angaben von HARGITAI (7) bekannt ist. Auf die Komplexwirkung dieser stiefmütterlichen Standortverhältnisse kommt es zur Entstehung der Zwergpappelsiedlungen mit einer durchschnittlichen Stammhöhe von 40—80 cm und einer durchschnittlichen Baumhöhe von 100—150 cm (Abb. 3).

Die Bodenvegetation bilden *Festucetum vaginatae*-Arten, und zwar ausser dem Schwingelgras der Puszten *Koeleria gracilis*, *Euphorbia seguieriana*, *Dianthus pontederiae* *Alyssum desertorum* usw.

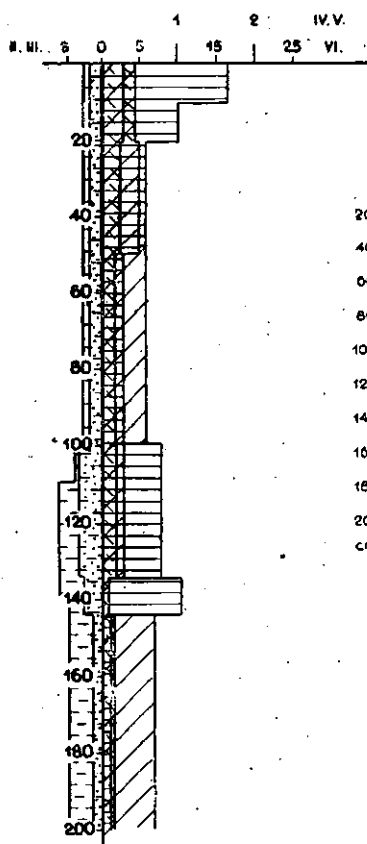


Abb. 3.: Bodenprofil
eines
Zwergpappelbestandes.

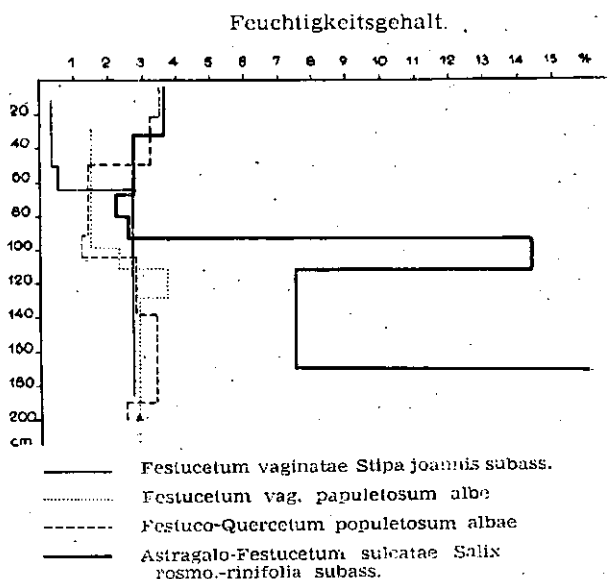


Abb. 4.: Die Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse
der verschiedenen Assoziationen in
Volum-Gewichts-%

Festucetum vaginatae danubiale — *Stipa joannis* subass.

Auf den Sandrücken der höchstgelegenen Lichtungen der Pappelhaine des Reservats ist die ursprüngliche Sandpusztenvegetation zur grösseren Teile erhalten geblieben. So wird die auf dem Sandboden des Zwischenstromgebietes zwischen *Duna* und *Tisza* heute nurmehr sporadisch anzutreffende einheimische Nelkenart *Dianthus diutinus* aus *Felső-Ásotthalom* auch von LÁNYI (11) — zusammen mit *Onosma arenaria*, *Dianthus serotinus* und nicht zuletzt mit dem massenhaft vorkommenden Puszten-Riedgras (*Stipa pennata*) — mitgeteilt.

Die Grundwasserverhältnisse sind von denen der vorherigen Typen verschieden. In unserem 2 m Bodenprofil war ausser der oberen, schwach humushaltigen Schicht eine höhere schlämbbare Fraktion nicht enthalten. Die bis hierher vordringenden Wurzeltriebe der Pappeln erweisen sich als lebensunfähig.

Festucetum vaginatae danubiale — *Salix rosmarinifolia* subass.

In den Vertiefungen aufgefüllter Dünenzwischenräume, wo das Grundwasserniveau mehr als 2 m beträgt, bringt die Schwankung desselben eine CaCO_3 -Anreicherungsschicht zustande und das ausgefallte CaCO_3 bringt eine lockere, an weisslichen Konkretionen reiche Kalkschlammschicht hervor. Das Wurzelgeflecht der Pappeln gelangt auch hier zur Entstehung, doch kann sich auf natürlichem Wege — trotz günstiger Wasserversorgung — wahrscheinlich infolge der ungeeigneten Bodenzusammensetzung, auch hier eine Weisspappelpopulation nicht entwickeln und die Weidengebüsche fungieren sozusagen als Lichtungen der Wappelhaine.

Die verbreitete Form der Subassoziationen ist neben zahlreichen hohen Puzten-Grasarten die *Stipa capillata facies* (Sóó, 13, 14).

Artenkombination.

	A-D	II			
<i>Astragalus onobrychis</i>	+	I	<i>Cerastium semidecandrum</i>	+	I
<i>Eryngium campestre</i>	+—1	II	<i>Minuartia glomerata</i>	+—1	I
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	+—1	II	<i>Populus alba</i>	+—1	II
<i>Euphorbia seguieriana</i>	1—3	V	<i>Salix rosmarinifolia</i>	2—3	V
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	II	<i>Holoschoenus vulgaris</i>	1	II
<i>Onosma arenaria</i>	+	I	<i>Carex liparicarpus</i>	+—1	III
<i>Teucrium chamaedrys</i>	+—1	I	<i>Festuca vaginata</i>	2	V
<i>Verbascum lychnitis</i>	+	I	<i>Poa pratensis</i> ssp.		
<i>Alyssum tortuosum</i>	1	III	<i>angustifolia</i>	1—2	IV
<i>Alyssum desertorum</i>	+—1	II	<i>Secale silvestris</i>	+—1	III
<i>Erigeron acer</i>	+—1	II	<i>Cynodon dactylon</i>	+	III
<i>Crepis rheoadifolia</i>	1	II	<i>Koeleria gracilis</i>	1—2	III
<i>Silene otites</i> ssp.			<i>Phelum phleoides</i>	1	II
<i>pseudotites</i>	+—1	II	<i>Stipa pennata</i>	+—1	II
<i>Dianthus pontederæ</i>	+—1	III	<i>Stipa capillata</i>	2—3	IV

Astragalo-Festucetum sulcatae — *Salix rosmarinifolia* subass.

Neuere Beschreibung der ursprünglichen Assoziation von Sóó (14, 15). Infolge der Auffüllung einer früheren Moorwiese zwischen den Dünen des Reservats hat sich hier ein Bodenprofil entwickelt, in dessen unterster Schicht der Humusgehalt mehr als 4% ausmacht, dessen ausschlämbare Fraktion aber 10% nicht erreicht und wo auch in der ungewöhnlich trockenen Herbstperiode ein Grundwasserspiegel von mehr als 2 m festgestellt wurde. An diesem Fundort ist in Anbetracht des relativ hohen Humusgehaltes der oberen Schichten während der ganzen Kulturperiode eine sehr abwechslungsreichen Vegetation anzutreffen (Abb. 5).

Obwohl im Laufe der Auffüllung die ursprüngliche Moorvegetation (*Molinietum*) grösstenteils verschwunden ist und der typischen Artenkombination der Sandwiesen Platz gemacht hat, können aus einzelnen Residualarten Rückschlüsse auf den Ablauf der Sukzession gezogen werden. Neben den charakteristischen Arten des *Festucetum sulcatae* sind *Serratula tinctoria* und *Linum catharticum* Boten der vorangegangenen Entwicklungsstufe.

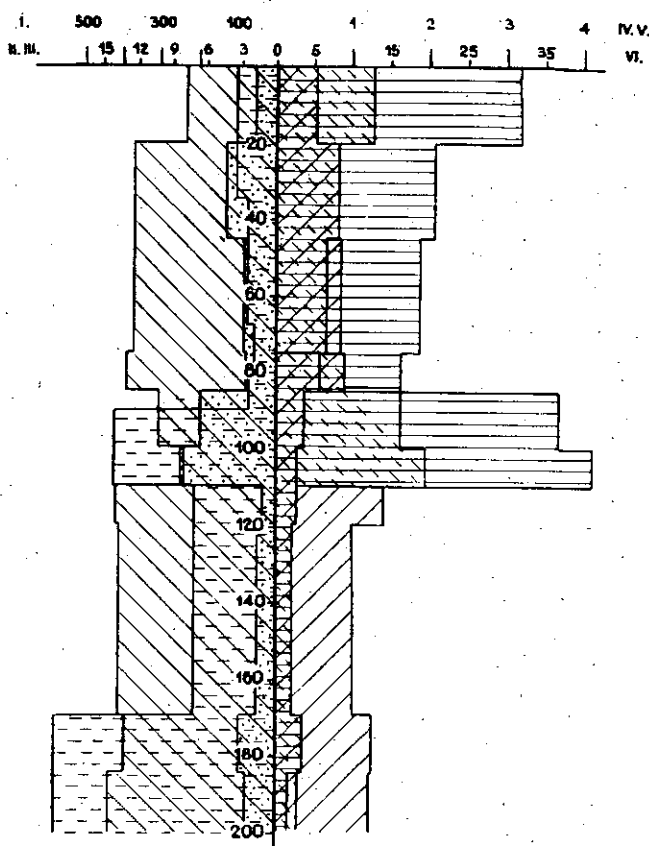


Abb. 5.: Bodenprofil des Assoziation

Aspektveränderungen: Frühjahrsperiode (von Mitte April bis Ende Mai): *Euphorbia cyparissias*-*Verbascum phoeniceum*-Aspekt. Sommerlicher Aspekt: *Filipendula vulgaris* — *Genista elata*-Aspekt. Dieser sondert sich in zwei Phasen: 1. *Polygala comosa* — *Filipendula vulgaris* in der ersten Hälfte des Juni, dann folgt die *Odontites lutea* — *Genista elata*-Phase.

Trotzdem die Bodenverhältnisse günstig sind und auch die Triebe der Pappelwurzeln erscheinen, konnte sich auch hier ein Wald nicht entwickeln. Die Erklärung dafür ist wahrscheinlich, dass sich in diesen zutiefst gelegenen Dünentälern Frostwinkel herausbilden und die Weiterentwicklung der Wurzeltriebe durch die ungünstigen mikroklimatischen Verhältnisse verhindert wird.

Zusammenfassung

Der »Emlékerdő« (Erinnerungswald) von Szeged-Ásotthalom liefert dank der ausnahmsweise glücklichen Situation, dass er seit fast einem Jahrhundert

als forstlich geschontes Gebiet gilt, sowohl botanisch, als auch forstwissenschaftlich wertvolle Angaben.

1. Von botanischen Gesichtspunkten werden auf den Sandgebieten des Zwischenstromlandes zwischen *Duna* und *Tisza* die in ihrem ursprünglichen Zustand erhalten gebliebenen Puszten bzw. Wald-Pusztenflecken, die infolge ihrer ungünstigen Standortverhältnisse bisher weder von der Landwirtschaft, noch vom Forstwesen nutzbar gemacht worden sind und so seltenen Pflanzenarten der Puszten- und Waldvegetation als Zufluchtsort dienen können, von Jahr zu Jahr weniger. Um so grösser wird deshalb die Bedeutung des von mir aufgearbeiteten Reservats, wo auch einige im Aussterben begriffene oder in der Tiefebene sonst seltene Arten, wie z. B. *Dianthus diutinus* und *Cephalanthera rubra*, Schutz finden und in welchem nicht zuletzt ein restlicher Zeuge der früheren Weisspappelpusztenbestände der ungarischen Tiefebene, des Alföld, für die Nachwelt erhalten geblieben ist.

2. In forstlicher Hinsicht ist die Erschliessung der Fundorte der weissen und grauen Pappelbestände des Sandbodens nahezu als abgeschlossen zu betrachten. Die obigen Untersuchungsergebnisse sind als ein neuer Beitrag zur endgültigen Lösung der Frage gedacht.

3. Die hainartige Ausgestaltung der Weisspappelbestände des Sandbodens wird in erster Linie durch edaphische Verhältnisse bestimmt. Die Entstehung einheitlicher, zusammenhängender Waldungen — ähnlich wie die Wälder auf gebundenem Boden — ist durch die öden Sanddünen und die bodenfehlerhaften Dünenzwischenräume gleichermassen erschwert. Von entscheidender Bedeutung können gleichzeitig auch die mikroklimatischen Verhältnisse sein. Somit kommt die Platzergreifung bzw. die Gestaltung der hainartigen Waldflecken auf den Einfluss synökologischer Faktoren zustande und ist nicht etwa ein Ergebniss des Zufalls.

Für die Determinierung und Revidierung des Moos- bzw. Flechtenmaterials Dr. A. Boros und L. Gallé herzlichst gedankt.

Schrifttum

- (1) Babos, I.: A Duna-Tisza közti homokhát termőhelyfeltárása (Die Erschliessung der Fundorte auf dem Sandrückengebiet zwischen Donau und Theiss): Erdészeti Kutatások 2, 3—53, (1955).
- (2) Babos, I.: A nyárfások homokbuckán előforduló megjelenési formái. (Die Erscheinungsformen der auf den Sanddünen vorkommenden Pappelwälder.) Erdészeti Kutatások 4, 31—86, (1955).
- (3) Ballenegger, R. (1953): Talajvizsgálóti módszerekönyv. (Methodik der Bodenuntersuchung.) Budapest.
- (4) Bodrogekőzy, Gy.: Untersuchungen über die synökologischen Verhältnisse der Sandbodenwälder in der Umgebung von Szeged. Acta Biol. Szeged 2, 3—12, (1956).
- (5) Boros, Á.: A nagykorősi homoki erdők növényvilága. (Die Flora der Sandwälder bei Nagykorös.) Erd. Kísérlet 37, 1—24, (1935).
- (6) Boros, Á.: A Duna-Tisza köze növényföldrajza. (Die Pflanzen-Geographie des Donau-Theiss-Zwischenraumes.) Földr. Ért. 1, 39—53. (1952).
- (7) Hargitai, Z.: Nagykorös növényvilága. II. Homoki növényközvetkezetek. (Die Pflanzenwelt von Nagykorös. II. Sandboden-Pflanzenassoziationen). Bot. Közl. 82, 205—240. (1940).

- (8) Kárpáti, I. and Kárpáti Mrs. V.: The Aspects of the Calciphilous Turf (*Festucetum vaginatae danubiale*) in the Environs of Vác-rátót in 1952. Acta Bot. 1, 129–157 (1954).
- (9) Kerkápoly, G.: A Szeged-környéki homokfásítás története és tanulságai. (Die Geschichte und die Erfahrungen bei der Bepflanzung des Sandbodens in der Umgebung von Szeged.) Az Erdő, 3, 433–438, (1954).
- (10) Kiss, F.: Az alföldi lazatalajú erdők. (Die Wälder des Alfölds mit lockerem Boden.) Erd. Lapok 50 71–80, (1911).
- (11) Kiss, F.: Szeged és környéke homokjának fás növényzetéről. (Über die Holzvegetation von Szeged und Umgebung.) Erd. Lapok 54, 535–539, (1915).
- (12) Lányi, B.: Csongrád megye flórájának előmunkálatai. (Die Vorarbeiten zur Flora des Komitats Csongrád.) Botan. Lapok 13, 232–274, (1914).
- (13) Soó, R.: Homokpusztai és sziki növinyszövetkezetek a Nyírségben. (Sand- und Alkalisteppenassoziationen des Nyírség.) Botan. Közl. 36, 90–108, (1939).
- (14) Soó, R.: Homoki növénytársulások áttekintése és fejlődéstörténete. (Übersicht und Entwicklungsgeschichte der Sandbodenassoziationen.) Referate der Vorträge an der I. Biol. Wandertagung. Budapest, (1956).
- (15) Soó, R. und S. Jávorka: (1951) A magyar növényvilág kézikönyve. (Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt.) I. II. Budapest.
- (16) Stefanovits, P.: (1956). Magyarország talajai. (Die Bodenarten Ungarns.) Budapest.
- (17) Várkonyi, L.: Kiskunhalas környéki homoktalajok erdősítése. (Die Bepflanzung der Sandböden bei Kiskunhalas.) Az Erdő. 3, 150–153, (1954).
- (18) Zólyomi, B.: Magyarország zonális növénytársulásai. (Die zonalen Pflanzenassoziationen Ungarns.) Referate der Vorträge an der I. Biol. Wandertagung. Budapest, (1956).

Tabelle I.

Festuco-Quercetum populetosum albae

Laubschicht

Bedeckung 50–80%

				A–D	K
x	MM	Eua	M <i>Populus alba</i>	3–4	V
x	MM	Eua	M <i>Populus canescens</i>	1–2	III

Strauchschicht

Bedeckung 10–20%

x	M	Eu	M <i>Berberis vulgaris</i>	+–1	II
x	M	Eu	M <i>Crataegus monogyna</i>	1	IV
x	M	Eu	<i>Ligustrum vulgare</i>	+–1	III
x	M	Eua	M <i>Populus alba</i>	1–2	III
	M	Eua	<i>Salix rosmarinifolia</i>	+	I

Krautschicht

Bedeckung 90–100%

	H	Eua		<i>Ranunculus acer</i>	+ - 1	III
	H	Kont		<i>Thalictrum minus</i>	1	II
	H	Kont		<i>Thalictrum simplex</i> ssp. <i>galioides</i>	+ - 1	II
	H	Kont		<i>Potentilla arenaria</i>	+ - 1	II
x	N	Eu		<i>Genista tinctoria</i> ssp. <i>elata</i>	1	I
	N	Pont		<i>Cytisus austriacus</i>	1 - 2	I
x	H	Eum	M	<i>Ononis spinosa</i>	1 - 2	II
x	H	Eua	M	<i>Medicago falcata</i>	+ - 2	II
x	Th	Eua	M	<i>Medicago lupulina</i>	1	I
x	H	Eua	M	<i>Trifolium repens</i>	+	I
x	H	Eua	M	<i>Trifolium pratense</i>	+	I
x	H	Kont	M	<i>Trifolium montanum</i>	+ - 1	I
	H	Kont		<i>Astragalus austriacus</i>	+ - 2	II
	H	Kont		<i>Astragalus asper</i>	1	I
x	H	Eua	M	<i>Lotus corniculatus</i>	1	II
x	H	Eum		<i>Coronilla varia</i>	+ - 1	I
	H	Kont		<i>Onobrychis arenaria</i>	+	I
x	Th	Eua		<i>Vicia angustifolia</i>	+ - 1	II
	H	Eua		<i>Polygala comosa</i>	+	I
x	Th	Eua		<i>Anthriscus scandicina</i>	+	I
x	TH	Eua		<i>Falcaria vulgaris</i>	1	III
	H	Eua	M	<i>Pimpinella saxifraga</i>	+ - 1	IV
	H	Kont		<i>Seseli annuum</i>	+	II
x	H	Eum	M	<i>Asperula cynanchica</i>	+ - 1	I
	H	Eua		<i>Galium verum</i>	1 - 2	III
	H	Eu		<i>Knautia arvensis</i>	+	I
	H	Kont		<i>Scabiosa ochroleuca</i>	1	II
	H	Kozm		<i>Euphorbia cyparissias</i>	+ - 1	II
	H	Pont		<i>Vinca herbacea</i>	+	I
	Th	Eua		<i>Cynoglossum officinale</i>	+ - 1	IV
	H	Eua		<i>Lithospermum officinale</i>	1	III
x	H	Eum	M	<i>Teucrium chamaedrys</i>	+ - 2	II
x	H	Pont	P	<i>Stachys recta</i>	+ - 1	I
x	H	Pont	M	<i>Salvia pratensis</i>	+ - 1	I
x	N	Eua	M	<i>Solanum dulcamara</i>	1	II
x	H	Kont	M	<i>Veronica prostrata</i>	1	II
	H	Eum		<i>Veronica austriaca</i> ssp. <i>dentata</i>	+	I
	H	Pann	B	<i>Dianthus pontederac</i>	1	II
x	Th	Pont	M	<i>Odontites lutea</i>	1 - 3	V
x	Th	Eua	M	<i>Thlaspi perfoliatum</i>	+	I

x	H	Kont	M	<i>Alyssum tortuosum</i>	+	I
	H	Cp		<i>Viola rupestris</i> var. <i>arenaria</i>	1-2	IV
	Th	Kozm		<i>Viola arvensis</i>	+	I
	H	Kont		<i>Campanula sibirica</i>	+	I
	H	Kozm		<i>Achillea millefolium</i> ssp. <i>collina</i>	+ - 2	II
	H	Kozm		<i>Achillea millefolium</i> ssp. <i>pannonica</i>	+	I
	H	Kont		<i>Senecio integrifolius</i>	+ - 2	III
x	Th	Kozm		<i>Senecio vulgaris</i>	+	I
x	TH	Kont		<i>Senecio vernalis</i>	+ - 1	II
	H	Kont		<i>Scorzonera purpurea</i>	1	II
x	H	Eum	M	<i>Scorzonera cana</i>	+	I
x	TH	Pont	P	<i>Tragopogon floccosus</i>	+	I
x	TH	Eua	M	<i>Tragopogon orientalis</i>	+ - 1	II
	H	Eua		<i>Leontodon hispidus</i>	+ - 1	II
x	H	Eu	M	<i>Taraxacum laevigatum</i>	+ - 1	III
	H	Kozm		<i>Taraxacum officinale</i>	+	I
	H	Kont		<i>Hieracium bauhini</i>	+ - 1	I
	H	Eu		<i>Hieracium pilosella</i>	+ - 2	II
x	H	Eua	M	<i>Hypericum perforatum</i>	+	I
	H	Eua		<i>Thesium ramosum</i>	+	I
x	H	Eua	M	<i>Silene cucubalus</i> var. <i>oleracea</i>	+	I
	H	Kont		<i>Silene otites</i> ssp. <i>pseudotites</i>	1	II
x	TH	Eua	M	<i>Melandrium album</i>	+	I
	Th	Kozm		<i>Stellaria media</i>	+ - 2	II
	Th	Cp		<i>Polygonum convolvulus</i>	+	I
	G	Kont		<i>Gagea pusilla</i>	+ - 1	II
x	G	Eum	M	<i>Ornithogalum umbellatum</i>	+	I
x	G	Eua	M	<i>Muscari racemosum</i>	+ - 1	II
x	G	Eua	M	<i>Asparagus officinalis</i>	+ - 1	III
	G	Pont	P	<i>Iris flavissima</i> v. <i>arenaria</i>	+ - 1	III
x	G	Eum	M	<i>Cephalanthera rubra</i>	+ - 1	III
x	G	Eua	M	<i>Epipactis atrorubens</i>	+ - 1	IV
x	G	Eu	M	<i>Carex flacca</i> var. <i>cuspidata</i>	+	I
x	G	Eua	M	<i>Carex liparicarpus</i>	1	II
x	Th	Eua	M	<i>Bromus sterilis</i>	+ - 2	I
	H	Eua	M	<i>Festuca sulcata</i>	1 - 2	III
	H	Kont		<i>Festuca valesiaca</i>	+	I
x	H	Eua	M	<i>Poa bulbosa</i>	+	I
	H	Cp		<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	2 - 4	V
x	H	Eua	M	<i>Dactylis glomerata</i>	1	I
x	H	Eua	M	<i>Phleum phleoides</i>	+ - 1	I
	H	Eua		<i>Calamagrostis epigios</i>	+ - 1	II

Baumstammschicht

<i>Lepraria candelaria</i>	<i>Parmelia sulcata</i>
<i>Phlyctis agelaca</i>	<i>Evernia prunastri</i>
<i>Physcia alpolia</i>	<i>Ramalina fraxinea</i>
<i>Physcia alpolia</i> var. <i>acrita</i>	<i>Xanthoria parietina</i>
f. <i>cercidia</i>	<i>Radula complanata</i>
<i>Physcia grisea</i>	<i>Madotheca platiphylla</i>
<i>Physcia grisea</i> f. <i>alphiphora</i>	<i>Syntrichia papillosa</i>
<i>Physcia orbicularis</i> var. <i>viarella</i>	<i>Leskea polycarpa</i>
<i>Physcia pulverulenta</i>	<i>Amblistegium subtile</i>
<i>Physcia pulverulenta</i> v. <i>allochroa</i>	<i>Amblistegium serpens</i>
<i>Physcia pulverulenta</i> var. <i>turgida</i>	<i>Brachythecium salebrosum</i>
<i>Lecanora allophana</i>	<i>Brachythecium velutinum</i>
<i>Lecanora hagenii</i>	
<i>Bacidia muscorum</i>	

Anaptychia ciliaris
 Pertusaria faginea
 Parmelia dubia f. furfurea
 Parmelia fuliginosa
 Parmelia olivacea
 Parmelia scortea

Moosschicht

Syntrichia subulata
 Mnium cuspidatum

Brachythecium salebrosum
 Rhynchostegium megapolytanum

Akzidentelle Arten

M Adv	Juniperus virginiana	H Eua	Ajuga genevensis
H Eua	Filipendula vulgaris	x Th Eu M	Satureja acynos
x H Pont M	Eryngium campestre	x Th Kont M	Alyssum alyssoides
x Th Pont M	Anthriscus cerefolium	x M Eu M	Quercus robur (juv.)
	ssp. trichospermum	H End	Festuca vaginata
x H Med	Alkanna tinctoria		

Artenzahl

Laub — Strauch — Krautschicht 98
 Baumstamm — Moosschicht 30

Insgesamt: 128

Floristisches Spektrum

Kozm	7.14%	Eu	4.08%	Kont	15.31%	Pont P	3.06%
Adv	1.02%	Eu M	6.12%	Kont M	4.08%	Pann B	1.02%
Cp	3.06%	Eum	2.04%	Pont	3.06%	Pann E	1.02%
Eua	14.29%	Eum M	7.14%	Pont M	4.08%	Med	1.02%
Eua M	22.46%	x	Mediterrán herrührend Stamme				

Ökologisches Spektrum

HH	2.04%	H	61.22%
M	6.12%	Th	6.12%
G	9.19%	Th	12.25%

Jede der zehn Aufnahmen stammen von 100 m² aus dem Reservat. (März bis Oktober, 1956)

Abkürzungen des floristischen Spektrums:

Kozm:	Kozmopoliter	Eum M:	Mitteleuropäer Mediterran
Adv:	Adventiv	Kont:	Kontinental mediterran
Cp:	Circumpolaris	Kont M:	Kontinental
Eua:	Eurasiaer	Pont:	Pontuser
Eua M:	Eurasiaer Mediterran	Pont M:	Pontus mediterran
Eu:	Europäer	Pont P:	Pontus-Pannonier
Eu M:	Europäer Mediterran	Pann B:	Pannonier-Balkaner
Eum:	Mitteleuropäer	Pann E:	Pannonier endemiker

FURTHER INVESTIGATIONS ON ANTIBIOTICS OF SEEDS

I. ANTIBACTERIAL AGENTS IN UMBELLIFERAE SEEDS

By

L. FERENCZY

Institute for Plant Physiology of University Szeged

(Received October 14, 1957)

Following the previous investigations (1, 2) the antibacterial activity of the seeds of 96 species of *Umbellifera* family in natural condition has been observed. It is known from earlier examinations that the seeds of *Angelica*, *Pastinaca* and *Petroselinum* in vitro can inhibit the increase of certain Gram-positive bacteria. MARUZZELLA and LICHTENSTEIN (3) state that the seeds of *Apium* and *Anethum* show also antibacterial properties beside *Petroselinum*. *Umbelliferae* seeds already known of their antimicrobial effect have not been subjected to examination.

Materials and methods

Agar-diffusion technique (1) was employed: the seeds (2—3 years old¹) were sunk into solid broth agar of inoculated surface and the diameters of bacteria-free clear zones around the seeds containing the active substances were measured after 24-hour incubation at 30° C.

For test organisms Gram-positive *Bac. cereus* var. *mycoides* and Gram-negative *Xanthomonas malvacearum* were used.

Results and discussion

Umbelliferae seeds examined proved to be ineffectiv against *Xanthomonas*. In case of *Bac. cereus* var. *mycoides* definite clear zones appeared around the seeds of 8 species. The list of the seeds of active species and their activity are shown in Table I.

¹ I would express my gratitude G. BODROGKÖZY for having kindly lent his seed collection.

Table I.

names	diameters of clear zones in mm
<i>Cuminum cyminum</i>	10
<i>Ferula narthex</i>	7
<i>Heracleum caucasicum</i>	4
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	8
<i>Laserpitium siler</i>	5
<i>Opoponax chironthium</i>	6
<i>Pimpinella anisoides</i>	5
<i>Selinum carvifolia</i>	2

Comparing these results with the previous one (1, 2) can be seen that relatively higher numbers *Umbelliferae* seeds contain (so far totally 13 species yielded positive results) such antibacterial compounds which can be diffused from intact seeds.

In all probability these compounds are not nothing but the volatile oils of *Umbelliferae* seeds. The reality of this assumption apart from MARUZZELLA and LICHTENSTEIN data (3) is supported by the following observation: according to experiments made with *Petroselinum* seeds the active substance can be rapidly extracted with ether from the seeds; the etherial extract dropped and run on chromatographic paper (Sch & Sch 2043 b paper, isopropanol-ammonia-water = 10 : 1 : 1) the antibacterial compound of the seeds can be found at an identical area with the volatile oil; having the volatile oil evaporated the antibacterial activity ceases too.

Summary

Examining the antibacterial effect of seeds of 96 *Umbelliferae* species with agar-diffusion technique seeds of 8 species have been found active against *Bac. cereus* var. *mycoides* without inhibiting the increase of *Xanthomonas malvacearum*. Very likely the volatile oil of the seeds can be responsible for inhibition.

References

- (1) Ferenczy, L.: Occurrence of antibacterial compounds in seeds and fruits. Acta Biol. Hung., 6, 317-323 (1956).
- (2) Ferenczy, L.: Növénymagvak bakteriosztatikus hatása patogén baktérium-fajokra. (Bakteriostatische Wirkung von Pflanzensamen auf pathogene Bakterien). Acta Pharm. Hung., 26, 122-125 (1956).
- (3) Maruzzella, J. C., Lichtenstein, M. B.: The in vitro antibacterial activity of oils. Amer. Pharm. Ass., 45, 378-381 (1956).

Appendix

List of species examined:

Apium graveolens, *A. nodiflorum*, *Athamanta cretensis*, *A. haynalli*, *A. hungarica*, *Anthriscus cerefolium*, *A. silvestris*, *A. vulgaris*

Biofora testiculata, *Bupleurum aristatum*, *B. falcatum*, *B. praealtum*, *B. protractum*, *B. ranunculoides*

Carum carvi, *Caucalis daucoides*, *C. muricata*, *Chaerophyllum bulbosum*, *C. hirsutum*, *C. temulum*, *Cicuta maculata*, *C. virosa*, *Cnidium apioides*, *C. silaifolium*, *Crithmum maritimum*, *Cuminum cyminum*

Ferula asa-foetide, *F. communis*, *F. nartex*, *Ferulago galbanifera*, *Foeniculum anisatum*, *F. vulgare*

Heracleum caucasicum, *H. lanatum*, *H. mantegazzianum*

Laserpitium latifolium, *L. peucedanoides*, *L. siler*, *Ligusticum sequeri*, *L. mutellina*

Myrrhis odorata, *Oenanthe fistulosa*, *O. peucedanifolia*, *O. pimpinelloides*, *O. silaifolia*, *Opoponax chironthium*, *Orlaya platycarpa*

Pastinaca sativa, *Peucedanum alsaticum*, *P. altissimum*, *P. arenarium*, *P. austriacum*, *P. carvifolia*, *P. cervaria*, *P. gallicum*, *P. officinale*, *P. oreoselinum*, *P. palustre*, *P. schottii*, *P. venetum*, *P. verticillare*, *Pimpinella anisoides*, *P. anisum*, *P. aromatica*, *P. peregrina*

Sanicula europea, *Scandix australis*, *S. balansae*, *S. pecten-veneris*, *Selinum carvifolia*, *Seseli annuum*, *S. dévériense*, *S. elatum*, *S. gracilis*, *S. hippomarathrum*, *S. leucospermum*, *S. montanum*, *S. osseum*, *S. rigidum*, *S. tenuifolium*, *S. tommasinii*, *S. tortuosum*, *S. varium*, *Silaum flavescens*, *Siler montanum*, *S. trilobum*, *Sison amomum*, *Sium erectum*, *S. lancifolium*, *S. latifolium*

Thalictrum banaticum, *Tordylium maximum*, *Torilis anthriscus*, *T. nodosa*, *Trinia glauca*.

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE AUXIN-EMPFINDLICHKEIT DER KOLEOPTYLE VERSCHIEDENER GETREIDE-SORTEN

Von
L. GRACZA

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Szeged
(Eingegangen am 28. August 1957)

Einleitung

Zum Nachweise der Zellstreckung hervorrufenden Stoffe stehen zahlreiche Testpflanzen im Gebrauch, an denen die hinzugefügten Substanze eine Wachstumsreaktion auslösen, welche sich in einer Krümmung oder in einem Längenwachstum offenbart. Zur Feststellung des Grades der Krümmung oder des geraden Wachstums werden — je nach der angewandten Methode — die verschiedenen Organe der Testpflanzen, namentlich die Koleoptyle, Hypokotyle, Wurzeln, Internodien, Kotyledonen, bzw. aus diesen herausgeschnittene Teilstückchen, verwendet. Am meisten benützt werden heutzutage die sogenannten Koleoptyl-Teste, und unter diesen vorwiegend der »Avena-Koleoptyl-Test«. Vordem, hauptsächlich zu Beginn der Wuchsstoffforschungen, fanden die *Phalaris canariensis*- (DARWIN, 3), die *Coix*- (PAÁL, 8) und die *Zea mays*-Koleoptyle (CHOLODNY, 2) Verwendung. WALGER und PLOSZ (9) haben beim Studium der (wachstumsfördernden Substanzen bzw. der) wachstumshemmenden Stoffe nicht-dekapitierte Koleoptyle und Wurzeln von *Oryza* verwendet, während LUCKWILL (5) ausserdem in seinen Hemmungsuntersuchungen auch noch *Triticum*-Koleoptyle benutzte.

Die in Ungarn erneut in Angriff genommenen Wuchsstoff-Forschung, die seit den Untersuchungen von PAÁL (7, 8) und ORSOS (6) so lange Zeit pausiert hat, hat zahlreiche Probleme erstehen lassen. Zunächst erwies es sich als notwendig, unter den *Avena*-Sorten die Wuchsstoffen gegenüber empfindlichsten herauszuwählen (4), anderseits erhob sich der Gedanke, ob nicht eventuell die Koleoptyle anderer Gramineen zu Testzwecken besser geeignet seien. In der vorliegenden Arbeit soll über die Ergebnisse meiner Versuche mit verschiedenen Sorten des *Hordeum*-, *Secale*-, *Triticum*- und *Oryza*-Genus berichtet werden.

Material und Methodik

Es wurden in den Versuchen folgende Arten untersucht:

Hordeum vulgare L.

»Hatvani 308«

»Martonvásári 62«

»MFB 104«

»M korai«

»Peresztegi«

Oryza sativa L.

»Dubovszky«

»Kopáncsi üveges«

»Ömirt 39«

»VROSZ 213«

»Uz rosz 216«

Secale cereale L.

»Centem 2831«

»Kecskeméti heterózis«

»Kisvárdai P«

»Lovászipatonai«

»Övári«

Triticum aestivum L.¹

»Bánkúti 1201«

»F' 841«

»Kompolti: szálkás«

»Perbetei tar«

»Udvaros 130«

Die Körner der erwähnten Sorten wurden unter genau kontrollierten und festgesetzten Bedingungen zum Keimen gebracht, bis ihre Koleoptyle 16–20 mm Länge erreicht hatten. Nun wurden aus dem subapikalen Bereich der Koleoptyle 5 mm lange Zylinder geschnitten und Indoleessigsäure (IES)-Lösungen mit einem Konzentrationsintervall von 10^{-4} — 10^{-9} g/ml inkubiert. Zur Keimung und Inkubation bediente ich mich der Methode von BENTLEY und HOUSLEY (1). Nach der Inkubation wurde die Verlängerung der Sektionen in % der Kontrolle angegeben.

Ergebnisse und Besprechung

Die mit den verschiedenen Konzentrationen erhaltenen Wachstumsergebnisse sind an Abb. 1, 2 und 3 graphisch dargestellt.

Aus den Diagrammen erhellt, dass — mit Ausnahme zweier Roggensorten —, die bei einer IES-Konzentration von 10^{-6} g/ml ein optimales Wachstum zeigten, 10^{-5} die optimale Wachstumsbedingung darstellte. Das intensivste Wachstum, bzw. die steilsten Kurven, erhielt ich bei den verschiedenen Reissorten, d. h. diese haben sich als am empfindlichsten gegenüber der IES-Lösung erwiesen. Die durchschnittliche Empfindlichkeit der fünf Reissorten betrug 147,3%. Besonders hohe Wachstumswerte lieferten die Sorten »Uz rosz 217« und »Dubovszky«. Die Empfindlichkeit der Gerstensorten (durchschnittliches Wachstumsplus: 136,1%) ist grösser als bei den Roggensorten (durchschnittliches Wachstumsplus 135,7%) aber in beiden Fällen geringer als bei den Reissorten. Diese Beobachtungen, zusammen mit den vorgehenden Ergebnissen (4) lassen feststellen, dass die Reissorten empfindlicher sind als die Hafersorten (durchschnittliche Empfindlichkeit: 142,5%) und deshalb zur Verwendung als biologische Testobjekte geeigneter erscheinen.

¹ Beim Weizen habe ich die Ergebnisse wegen der grossen Streuung nicht ausgewertet.

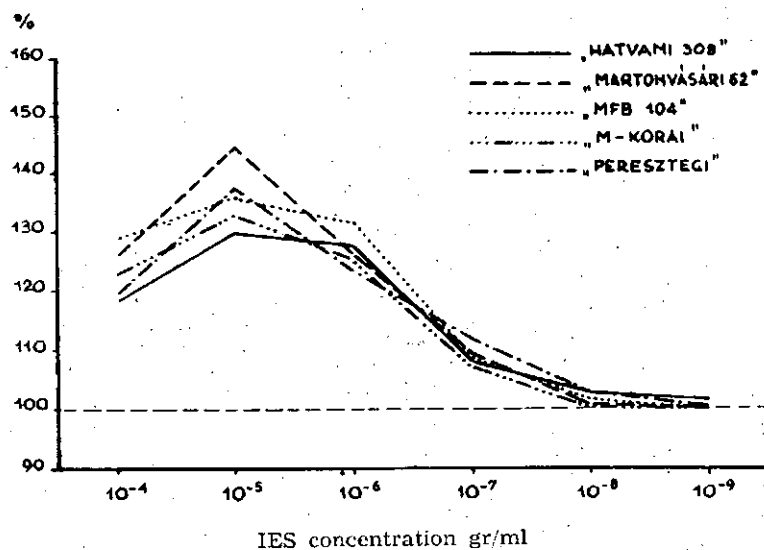


Abb. 1.: *Hordeum*-Sorten. An der Ordinate ist die IES-Konzentration — auf die Kontrollen bezogen — angegeben. Die Abszisse enthält die Verlängerung der Koleoptylsektionen in % ausgedrückt.

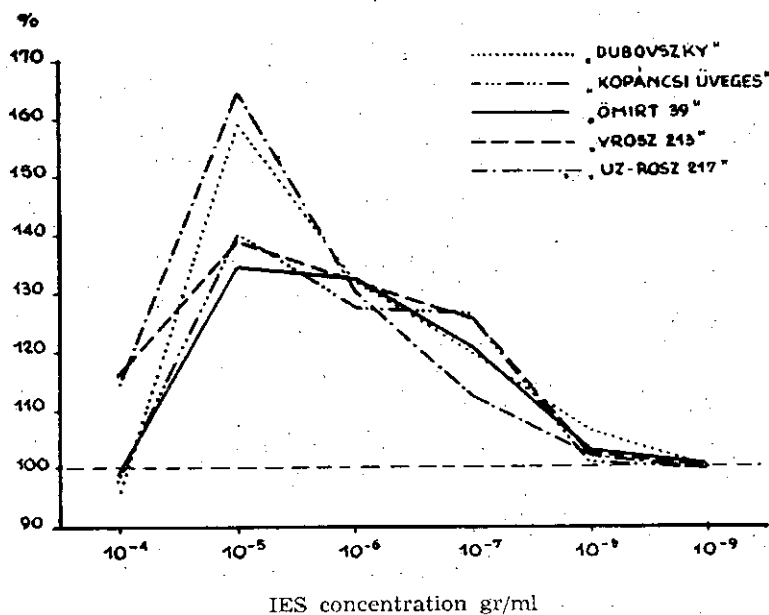


Abb. 2.: *Oryza*-Sorten. An der Ordinate ist die IES-Konzentration — auf die Kontrollen bezogen — angegeben. Die Abszisse zeigt die Verlängerung der Koleoptylsektionen in % an.

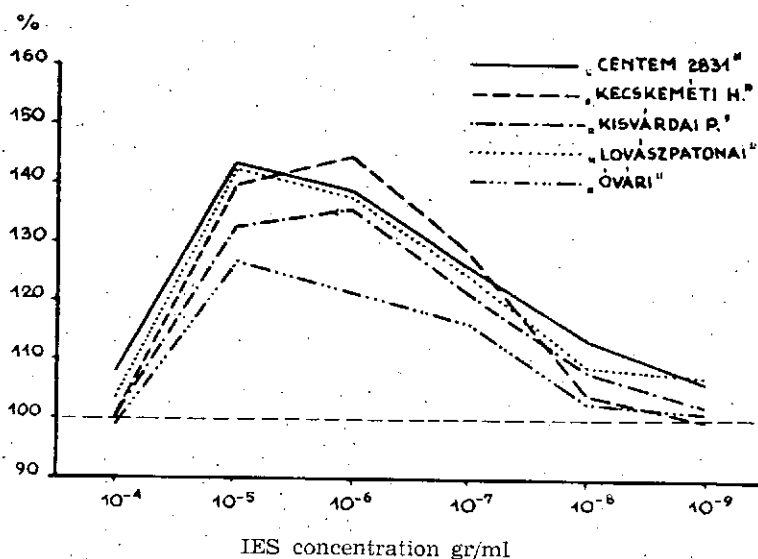


Abb. 3.: *Secale*-Sorten. An der Ordinate ist die IES-Konzentration — bezogen auf die Kontrollen — angegeben. Die Abszisse zeigt die Verlängerung der Koleoptylsektionen in % an.

Die folgende Tabelle enthält die Keimungsintensität der einzelnen Sorten in Durchschnittswerten.

Sorten	Die zur Entwicklung von 16-20 mm langen Koleoptylen erforderliche Inkubationszeit in Std.
Oryza-Sorten	108,4
Avena "	94,2
Hordeum "	80,4
Secale "	63,2

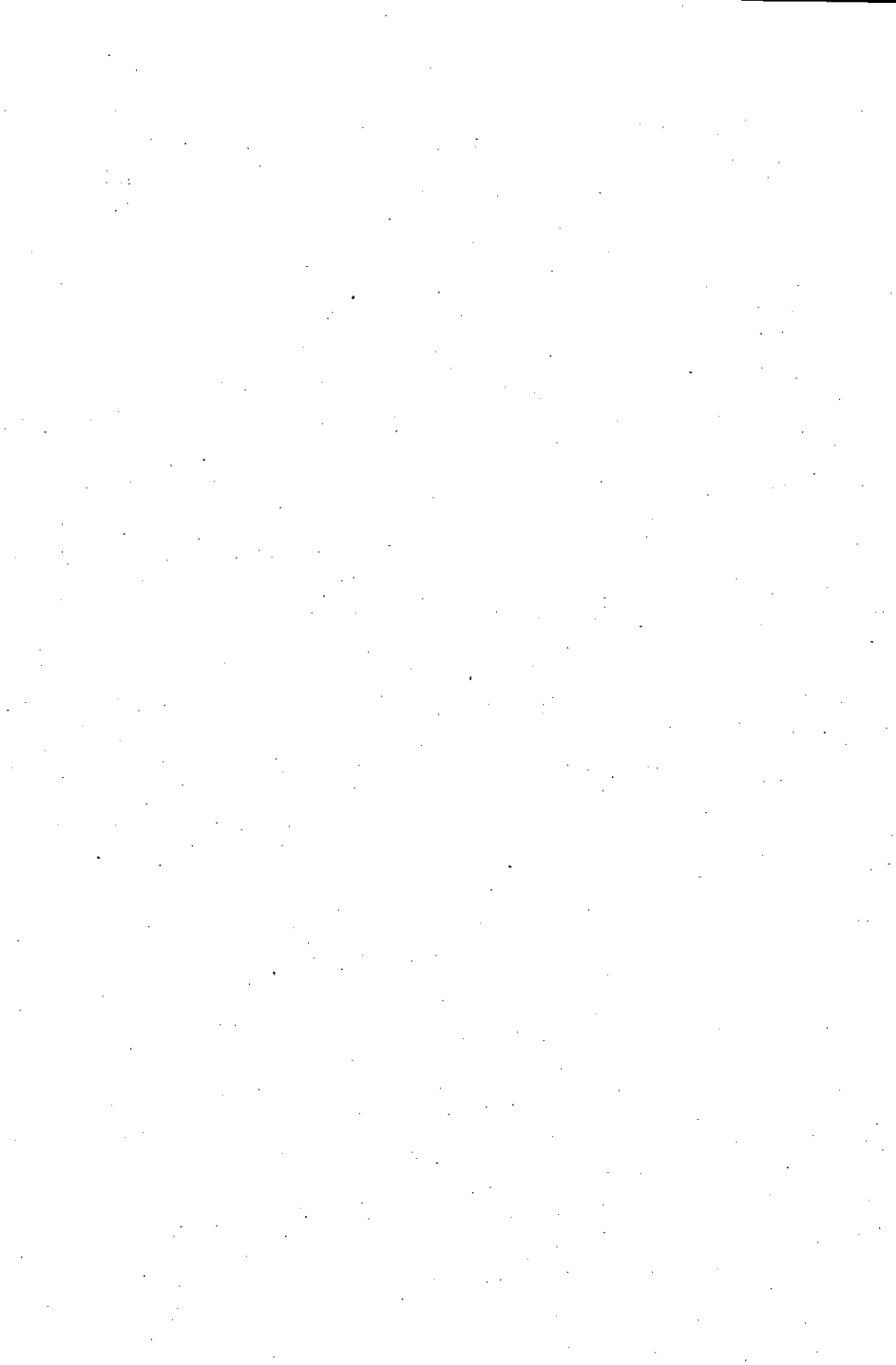
Somit erreichen die Reissorten die brauchbare Koleoptyllänge um durchschnittlich 14 Stunden später. In Anbetracht dieser Tatsache, und weil ferner die Koleoptyle der Reissorten sehr frühzeitig von den primordialen Blättern durchbrochen werden, müssen auch weiterhin die etwas weniger empfindlichen, aber schneller keimenden und einheitlichere Koleoptyle liefernden Hafersorten benutzt werden. Trotz des negativen Charakters meiner Ergebnisse hat sich aber Gelegenheit zu einer sehr wichtigen Beobachtung geboten, dass nämlich die IES-Empfindlichkeit der untersuchten Sorten der Keimungsintensität umgekehrt proportional ist, worüber in einer folgenden Arbeit ausführlich berichtet wird.

Zusammenfassung

Bei der Untersuchung der Auxin-Empfindlichkeit der Koleoptyle verschiedener Getreidesorten hat sich herausgestellt, dass von den *Avena*-, *Hordeum*-, *Oryza*-, *Secale*- und *Triticum*-Sorten die *Oryza*-Sorten die grösste Empfindlichkeit gegenüber der IES-Lösung aufweisen. Da die *Oryza*-Sorten nur eine geringgradige Keimungsintensität zeigen und ihre primordialen Blätter bereits bei einer Länge von 20 mm die Koleoptylspitzen durchbrechen, sind auch weiterhin die zwar weniger empfindlichen, aber schneller wachsenden und eine geeignetere Länge erreichenden Haferkoleoptyle als entsprechendstes Testmaterial zu betrachten, während die *Secale*- und *Hordeum*-Sorten infolge ihrer geringgradigeren IES-Empfindlichkeit eher für die biologische Untersuchung von Hemmstoffen geeignete Objekte darzustellen scheinen.

Schrifttum

- (1) Bentley, J. A.—Housley, S.: Bio-assay of plant growth hormones, *Physiol. Plant.* **7**, 405–419 (1954).
- (2) Cholodny, N.: Über die hormonale Wirkung der Organspitze bei der geotropischen Krümmung. *Ber. d. bot. Ges.* **42**, 356–362 (1924).
- (3) Darwin, Ch.: (1880) *The power of movement in plants*. John Murray, London.
- (4) Gracza, L.: On the auxin-sensitivity of the coleoptiles of different *Avena* varieties. *Acta Biol. Szeged* **3**, 11–14 (1957).
- (5) Luckwill, L. C.: Application of paper chromatography to the separation and identification to auxins and growth inhibitors. *Nature* **169**, 375 (1952).
- (6) Orsós (Orován), O.: (1956) *Vizsgálatok az ún. növényi sebhormonról*. Budapest.
- (7) Paál, Á.: Über phototropische Reizleitungen. *Ber. d. bot. Ges.* **32**, 499–502 (1914).
- (8) Paál, Á.: Über phototropische Reizleitung. *Jahrb. wiss. Bot.* **58**, 406–458 (1919).
- (9) Walger, J.—Plosz, A. M.: A növényi növekedést serkentő és gátló hatások méréséről csíranövényekkel. *Agrok. Kut. Int. Évkv.* **1**, 95–109 (1950).



THE LEAF-EPIDERMIS OF THE CYCADALES

By

P. GREGUSS

Botanical Institute of the University Szeged

(Received October 14, 1957)

FLORIN in his excellent work deals in detail with the leaf-epidermis of *Coniferae* and *Cordaites*, precisely with the structure of the stomas and he reaches important phylogenetic conclusions. He describes briefly in his paper the leaf-structure of some types of the extinct *Psilophyta* and *Pteropsida*, but he does not deal with the leaf-structure of *Cycadales*, especially the stoma. We get acquainted with the leaf-epidermis of many extinct *Pteridösperrmae* and *Cycadales* by the recent paleontologic findings. They are very difficult to identify as we have no synthetic work which deals with the structure of leaf-epidermis of *Cycadales*, at least by photo. This work intends to retrieve the lack, by describing the structure of the leaf-epidermis of living *Cycadales* and wishes to help the paleontologists at the identification of the paleontologic findings.

The acquisition of the material.

First of all we needed definite material to achieve our aim. We requested material from countries in which these rare woody-plants grow, secondly from Botanic Gardens, where they are kept in hothouses. (Berlin, Kew, etc.) In such a way we get leaves from 8 of the living genera of *Cycadales*. The Australian *Bowenia* is still missing, I am unable to examine the leaf-epidermis of this genus at present. I hope briefly described.

In this dissertation I deal only with the surface-structure of the *Cycadales* leaf-epidermis, I intend to deal with the internal anatomy of the leaves in a second work. In the present paper the method employed to examine the epidermis of the leaves is briefly described.

We cut a little piece of 1×1 cm out the margin of the studied leaf in order to prepare the final section. The epidermis of the right and back side of the leaf remains after spreading out side by side. Such a preparation immediately proves the hypostomatic or amphystomatic character of the leaf. We put the little piece in an epruvette, we heat it carefully by *Schultze's* method, ($KClO_3 + HNO_3$) till the leaf's leaves dissolves completely and there remains only the transparent upper and under epidermis, so the margin of the spread leaf keeps together the right and back side. green colour disappears and becomes nearly transparent. The mesophyllum of the

It promotes the exact examination of the details when we treat the epidermis-preparatum by various simple or double colouring methods. For the colouring for instance gentiana-violett, vesuvin, methylen-blue or silvering method are suitable. With a colouring method perfect contrast preparations are obtained, fit for photographing and for detailed studies. It is important to take photograms to observe the quantity, size, arrangement of the stomas in the epidermis and using magnification. minute details can be fixed well too. In order to facilitate the view, x-50 magnification photos of the right and back side of the leaves were taken and the minute details illustrated in x-300 enlarged photos. Sometimes we took two photograms of the same stoma, mainly in species at which the stoma is nearly crater-like, we can observe on the two photos taken, adjusted in the same manner the upper part i. e. the top of the crater and the aperture of the closing-cells located deep down at the bottom of the crater sharply. (See *Cycas*, *Encephalartos* photos.)

Among the 9 living *Cycadales* genus the following 8 genera were examined:

1. *Ceratozamia mexicana* Brongn.
2. *Cycas revoluta* Thunbg.
3. *Dioon edule* Lindl.
4. *Encephalartos altensteinii* Lehm.
5. *Macrozamia spiralis* Miq.
6. *Myrocycas calocoma* A. DC.
7. *Stangeria eriopus* Kunze.
8. *Zamia portoricensis* Urban.

Detailed descriptions.

1. *Ceratozamia mexicana* Brongn. Material obtained from Miami, Florida. (Mr. Stanley C. KIEM.) The leaf is characteristically hypostomatic. On the right side of the leaf the epidermis-cells are narrow and elongated in direction of the longitudinal axis. The single cell is hardly 10 microns wide and the most wide cell is scarcely 16—20 microns. Their length is different too. Certain cells are hardly 25—30 microns long, other 150—200 microns long and their walls link at transverse or at various angles. In some places many hundred microns long cells fit into the longer or shorter cells, which cells have thinner walls than the above mentioned narrow epidermis-cells. On the surface of the epidermis-cells with thicker walls there are tiny warts. The epidermis-cells on the back side of the leaf are of two kinds. Elongated and thinwalled cells fit in the row between the short and thickwalled cells. The stomas line up in longitudinal strips here too, but some strips do not separate from its vicinity firmly, so that in the arrangement of the stomas there is no real system. The crater-like structure can be observed with this genus too, but only to a certain extent. The length of the closing-cells is 50—60 microns, the width of both closing-cells is 40—59 microns. The tips of the two closing-cells are cut off straightly in the direction of the soma. Between the concave sides shorter or longer quadrangles are formed, 20—22 microns wide and 30—35 microns high. The closing-cells are surrounded by one or two rings of accessory cells. There are 23 stomas in 1 mm². (See: Plate I.)

2. *Cycas revoluta* Thunbg. Material obtained from Botanic Garden Szeged. It has also a typically hypostomatic leaf-structure. On the right side

of the leaf the cells line up parallel with the longitudinal axis, they are 10—30 microns wide and 100—130 microns long. The shorter wall bends onto the longer rectangular or oblique-angled one, on another occasion it is wavy. The epidermis-cells are in certain cases more or less isodiametric and their walls are waved too. The surface of the epidermis-cells is full of little pores which are arranged in 2—3, or even in 4 longitudinal walls. The back side of the leaf: the stomas are arranged irregularly, in some places they are near each other or there is a breach between them. The stomas of the *Cycas* are characteristic and possess a definitely crater-like structure. The upper-aperture of the crater is generally round or elliptic. 10—12 cells located in a threaded direction form the boundary. The two closing-cells lie in the bottom of the crater and between them is the split-like aperture. The crater-cells are bordered by 10—12 crown-cells at their foot in a ring-like manner. The size of the stomas is 70—80 microns, whilst the upper aperture is a circle or an ellipse, with a diameter of 20—30 microns. The size of the crown-cells is 20—22 microns, the width is about the same. The clearness of the photo No 7 is adjusted to the stomas and the crater-cells, the other photo shows in the same size and setting the closing-cells and stomas on the bottom of the crater. This cattle-like stoma is characteristic for the *Cycadales*, such structure of the stoma is not to be found in the case of other species of the genus *Cycas*. There are 67 stomas in 1 mm². (See: Plate II.)

3. *Dioon edule* Lindl. Material obtained from Miami, Florida. (Mr. Stanley C. KIEM.) The leaf is characteristically hypostomatic. There are no stomas on the right side. The epidermis-cells are elongated parallel with the longitudinal axis. The width of the cells is 18—20 microns, the length is 20—80 microns. They have generally the shape of an elongated oblonge, the shorter sides are perpendicular to the longer ones, or bend towards them at various angles of inclinations. The tips of the cells and the way they join vary too, they terminate here and there like forks or in other forms. On the back side of the leaf the stomas line up in longitudinal strips. The strips of stomas alternate with strips without stomas. In the strips with stomas there are 5—6 gaps situated irregularly, loosely near each other. (See photo No 10) The structure of the single stoma is essentially like, that of the *Cycas*, i. e. like a crater. The photo No 11 shows the upper aperture of the crater, the photo No 12 the closing-cells on the bottom of the crater. The size of the crater-cells is 40—55 microns, the size of the ellipse-shaped gap of the crater is 32 × 16 or 18 × 16 microns respectively it is interesting that the longitudinal axis of the ellipse-shaped crater-gap is situated transversally to the aperture of the closing-cells. Among the epidermis-cells with thin walls there are in some places cells with thicker walls and varied shape, like real idioblasts or little idioblast-fields. The staining of this cells differs from the other cells: on the side of the crater of the stomas there is no ribbing as at the *Cycas*. This is the essential difference between it and the *Cycas*. (See photo No 7) There are 48 stomas in 1 mm². (See: Plate III.)

4. *Encephalartos altensteinii* Lehm. Material obtained from the Botanic Garden Berlin. (Miss Eva POTSTAL.) The leaf is characteristically hypostomatic. It has no stomas on the right side. The single cells are isodiametric.

ric and have various shapes, triangle, oblong, quadrangle and differently elongated cells join each other in various manners. (See photo No. 14) On the back side of the leaf the stomas are arranged in narrow or wide strips without any definite order. The stomas are slightly elongated, crater-like, generally 30—35 microns wide and 14—16 microns long. The aperture of the crater is nearly as wide as the outline of the closing-cells. As contrasted with *Dioon* it is characterised by the longitudinal axis of the crater-aperture which always runs parallel with the longitudinal axis of the closing-cells and is never transversally situated as in the case of *Dioon*. The tips of the bean-shaped closing-cells are obliquely cut off towards the centre or are a little concave. Other crater-cells are slightly raised, but under such crater-apertures the gaps of the closing-cells can be not, or hardly seen. Consequently *Encephalartos* has two kinds of stomas, lying sometimes side by side. (See photo No 16) There are 67 stomas in 1 mm². (See: Plate IV.)

5. *Macrozamia spiralis* Miq. Material obtained from Brisbane, Australia. (Mr. WILKES) The leaf-structure is typically hypostomatic. The right side of the leaf has not any stomas. The single epiderm-cells (seen from above) set in longitudinal rows, run generally parallel with the longitudinal axis of the leaves. The shape of the single cells varies to a great extent. They are generally 150—200 microns long and 20—25 microns wide. The cells are elongated in the direction of the longitudinal axis and therefore have various shapes or they are arranged perpendicularly or obliquely to the longitudinal row. This various shape of cells can be seen well on the x 50 and x 300 magnified photo No 17, 18. On the back side of the leaf the shape, size and arrangement of the epidermis-cells are similar to those on the right side. The single stomas are arranged in longitudinal strips, generally 5—6—7 stomas line up side by side in loose order. The single stomas are elongated in the direction of the longitudinal cell rows, the closing-cells are bean-formed, the accessory cells are long-shaped too and they line up close to the closing-cells. The inner side of the closing-cell is concave so that the breach between the concave halves forms a longish oblong, in the middle of which there is the split-like aperture. The tips of the closing-cells are cut off outwards obliquely i. e. the obtuse triangular ends in the four vertexes of the bean-shaped closing-cells can be seen. The length of the closing-cells is generally 70—80 microns, the width of the double ones is 45—50 microns. The oblong-field of the concave side is 20—22 microns, its height is 40—45 microns. — There are 23 stomas in 1 mm². (See: Plate V.)

6. *Microcyas calocoma* A. DC. Material obtained from Miami, Florida (Mr. Stanley C. KIEM.) The leaf is characteristically hypostomatic. On the right side of the leaf the cells are elongated in the direction of the longitudinal axis of the leaf. The cells are 25—32 microns wide, 200—220 microns long and they fit into one another, the tips vary to a great extent. On the back side the stomas line up in longitudinal strips, in strips there are 3—6 rows of stomas. In the neighbouring rows there is no definitive system. The closing-cells of stomas are 40—60 microns high, together the width of the two closing-cells amounts to 35—45 microns. The hollow on the concave side between the closing-cells is 27—28 microns wide, the height is the same. A typi-

cal feature is that the tips of the closing-cells are concave and not cut off straightly towards the gap, — towards the tip they become sharp. The accessory cells are always well visible beside the closing-cells. There are 40 stomas in 1 mm². (See: Plate VI.)

7. *Stangeria eriopus* Kunze. Material obtained from Kew, Royal Botanic Garden. (Sir E. SALISBURY.) The leaf is characteristically hypostomatic. The single cells on the right side of the leaf are slightly elongated, but the most characteristic feature is the wavy margin, nearly serrated. The humps on the one side of the cell fit exactly into the cavities of the other. The second typical feature is that on the surface of the epidermis-cells longitudinal and dense wavy ribs extend. These ribs originate radially from the central-cell and proceed in the riblike structure of the neighboring cells. (See photo No 26) On the back side of the leaf there are no longitudinal ribs on the surface of the cells, only in strips corresponding to the veins of the leaves. The sidewalls of the cells are winding. The single cells are elongated in the direction of the capillaries, the margin and the surface are less wavy. The stomas line up irregularly, though assembling in longitudinal rows occurs occasionally. The length of the closing-cells is 55—60 microns, the width of the two closing-cells together is 30—35 microns. The shape and structure of the closing-cells differ from the above described types, the bean-shaped type of the closing-cells is not cut off or concave, but round and thin. The gap of the concave side of the closing-cells is narrow and short, the length is 10—16 microns, the width is 5—6 microns. It is remarkable that here and there thin spiral or netlike tracheids penetrate into the point of the little tooth of the leaf-margin. There are 21 stomas in 1 mm². (See: Plate VII.)

8. *Zamia portoricensis* Urban. Material obtained from Miami, Florida. (Mr. Stanley C. KIEM.) The leaf is hypostomatic. On the right side the epidermis-cells are elongated in the longitudinal axis, the width is 10—15 microns, the length is 250—300 microns, the endings of the cells compose oblique walls or various insertions by which they fit into one another. The walls are thickened in two manners. Some cells have thick walls, others thinner ones. This cellwall-structure differs essentially too. On the back side of the leaf syndetocheil structure of the stomas is visible particularly. The stomas line up in longitudinal strips without any regularity, but we can observe longitudinal and partly oblique rows here and there. The crater-like structure of stomas is observable too. The aperture of the crater is a most regular circle, the length of the closing-cells is 27—30 microns and the width of the two closing-cells together is nearly the same, 30—32 microns. The combined shape of the two closing-cells is a nearly regular circle or short ellipse. The tips of the closing-cells are concave and not straight, a short extension is observable on both sides in the direction of the aperture. There are 53 stomas in 1 mm². (See: Plate VIII.)

Summary

On studying the structure of leaf-epidermis of the characteristic species of the above treated 8 genera more precisely that of the structure of the

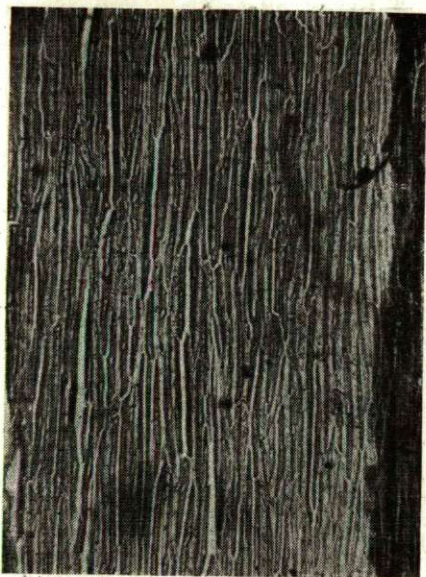
stoma located among the epidermis-cells thoroughly, it can be stated, that the genera of *Cycadales* can be differentiated from one another according to the structure of the leaf-epidermis. Their epidermis or stoma-structure resembles that of the *Coniferales*. There are some types e. g. *Cycas*, which have no similarity with *Coniferales*, the stoma-structure of which resembles that the air-gaps exhibiting craterous structure of *Marchantia*. The resemblance is really striking! On the other hand, there are some genera which show similarity with the stoma-structure of the extinct *Pteridospermae*, e. g. *Lyginodendron oldhamium*. The aim of this short paper is to draw conclusion from the comparison of the structure of the leaf-print in fossils concerning the genetic relation with living forms.

The aim of the following detailed communication will be to study not only the structure of the leaf epidermis of *Cycadales*, but the structure of the leaf's and stem's internal organisation too. I hope to publish it soon.

References

- (1) Arnold, Ch. A.: Origin and relationships of the Cycads. *Phytomorphology* 3, 51—65 (1953).
- (2) Boureau, E.: 1954. *Anatomie vegetale*, Paris.
- (3) Cookson, I. C.: On *Macrozamia hopeites* an early tertiary Cycad from Australia. *Phytomorphology* 3, 306—312 (1953).
- (4) Eames, A. I. et Mac Daniels: 1951. *An introduction to plant anatomy*. London.
- (5a) Florin, R.: 1931. *Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales*. Almquist et Wiksels, Stockholm.
- (5b) Florin, R.: (1933) *Studien über die Cycadales des Mesozoikums nebst Erörterungen über die Spaltöffnungsapparate der Bennettiales*. Almquist et Wiksels, Stockholm.
- (6) Gothan, W.—Weyland, H.: 1954. *Lehrbuch der Paläobotanik*, Akademie Verlag, Berlin.
- (7) Hofmann, E.: (1934) *Paläohistologie der Pflanzen*. J. Springer, Wien.
- (8) Jeffrey, E. Ch.: (1917) *The anatomy of woody plants*. University of Chicago, Press Chicago.
- (9) Laubfels, D. I. de: (1953) The external morphology of coniferous leaves, *Phytomorphology*, 3, 1—20.
- (10) Linsbauer, K.: (1930) *Die Epidermis*. In *Handbuch der Pflanzenanatomie*. Gebr. Bornträger, Berlin.
- (11) Mägdefrau, K.: (1956) *Paläobiologie der Pflanzen*. Veb Gustav Fischer Verlag, Jena.
- (12) Pilger, R.: (1926) *Cycadaceae*. In *Engler—Prantl: Die nat. Pflanzenfam.* Leipzig.

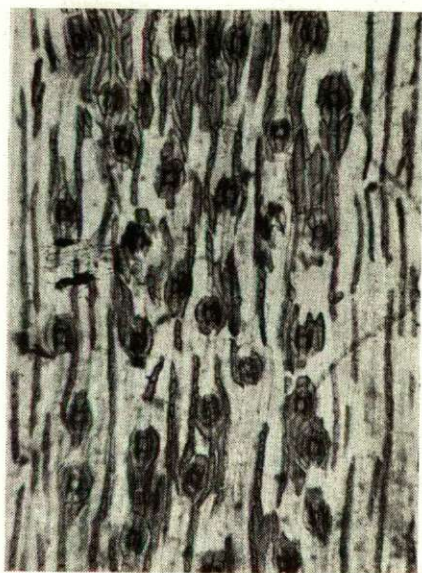
Plate I.



1. Right side x-50



2. Right side x-300



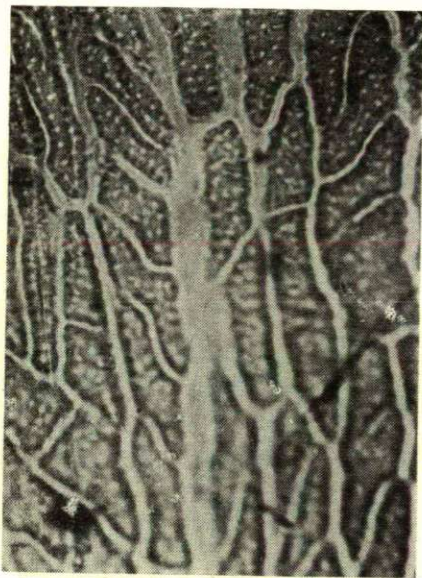
3. Back side x-50



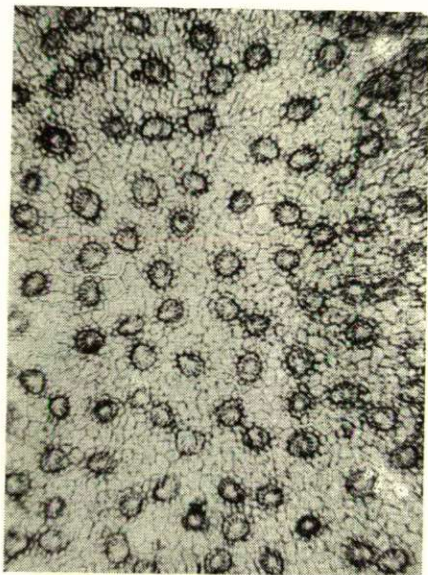
4. Back side x-300

Ceratozamia mexicana Brongn.

Plate II.



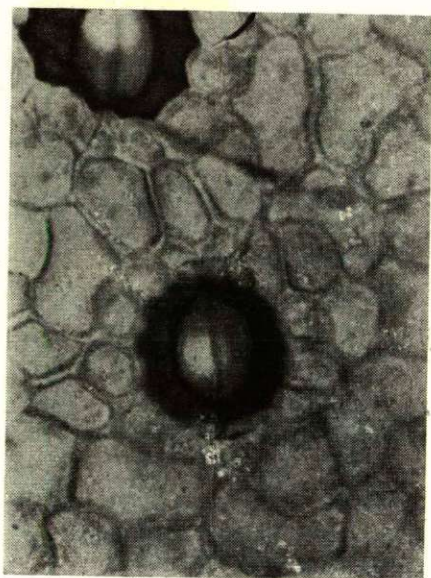
5. Right side x-300



6. Back side x-50



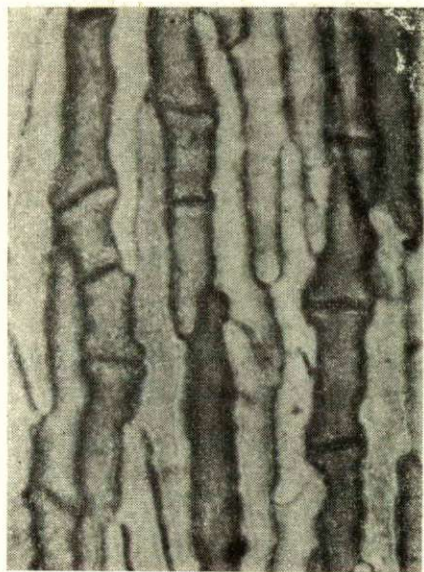
7. Back side x-300



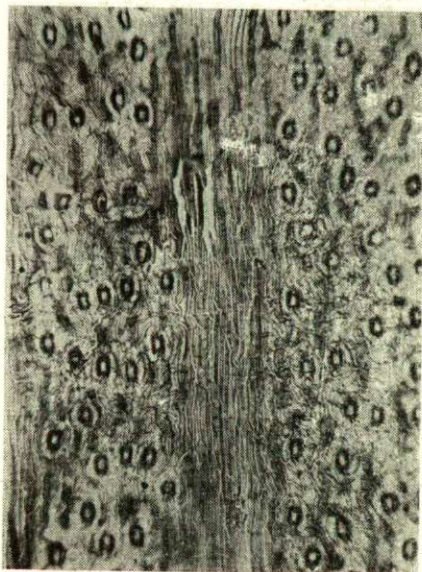
8. Back side x-300

Cycas revoluta Thunb.

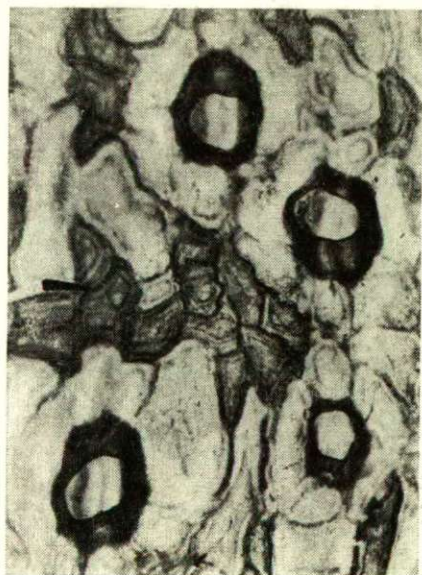
Plate III.



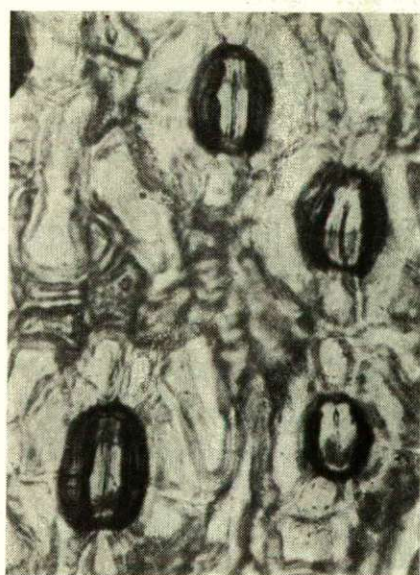
9. Right side x-300



10. Back side x-50



11. Back side x-300



12. Back side x-300

Dioon edule Lindl.

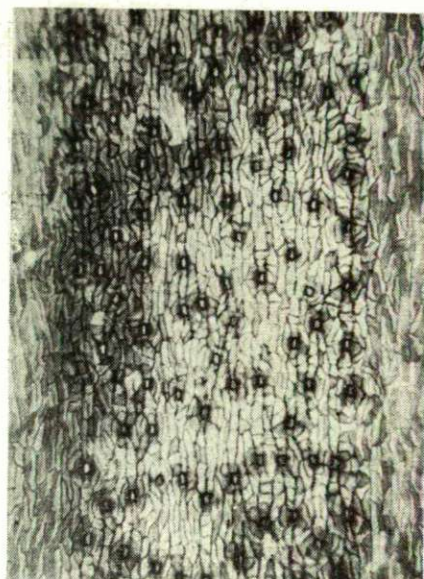
Plate IV.



13. Right side x-50



14. Right side x-300



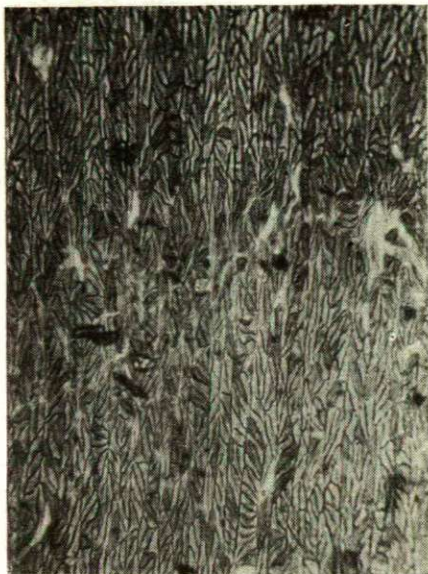
15. Back side x-50



16. Back side x-300

Encephalartos altensteinii Lehm.

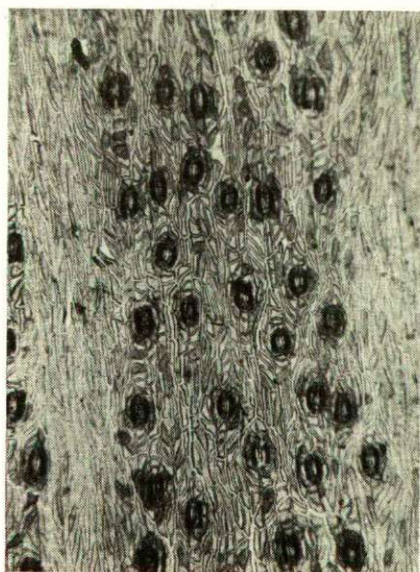
Plate V.



17. Right side x-50



18. Right side x-300



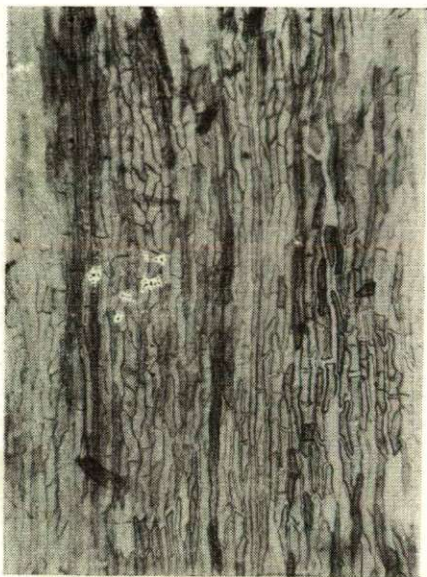
19. Back side x-50



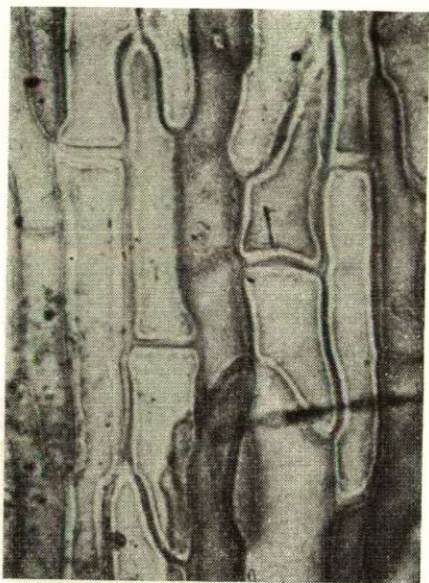
20. Back side x-300

Macrozamia spiralis Miq.

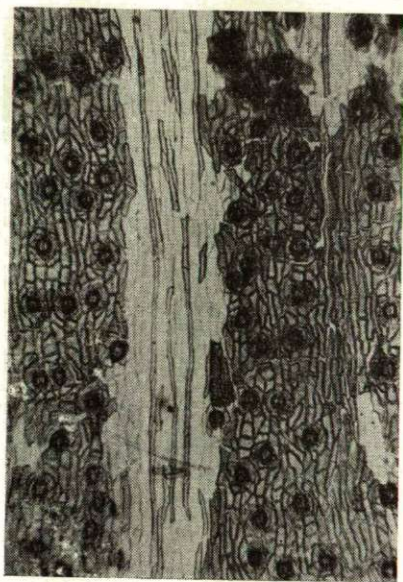
Plate VI.



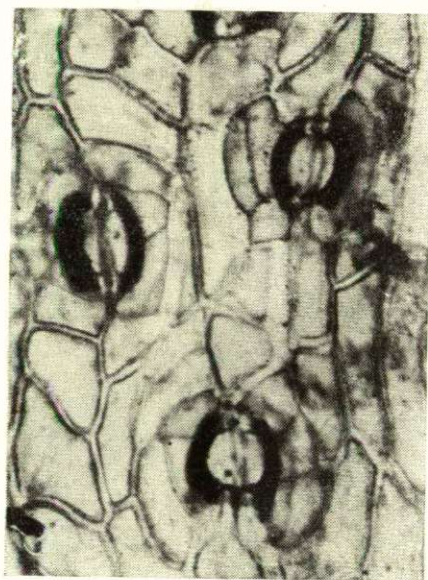
21. Right side x-50



22. Right side x-300



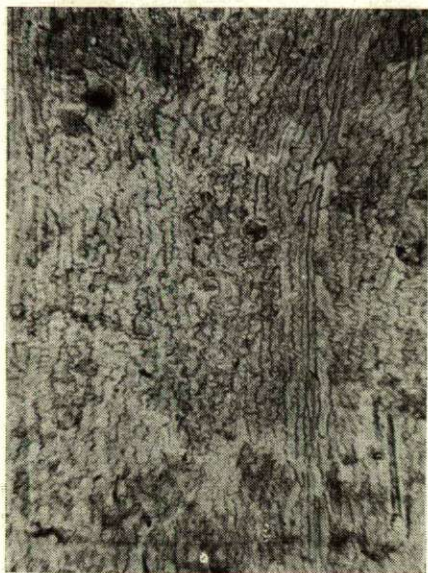
23. Back side x-50



24. Back side x-300

Microcycas calocoma A. Dc.

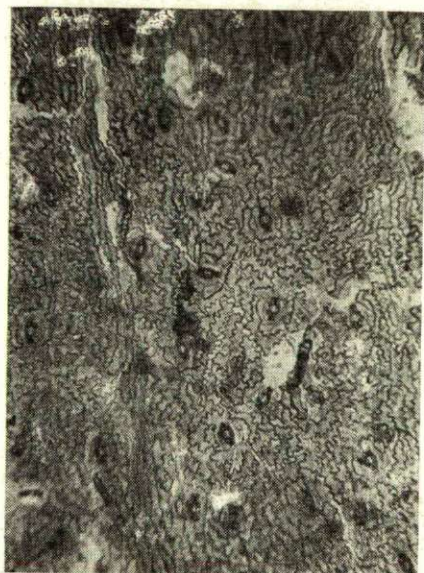
Plate VII.



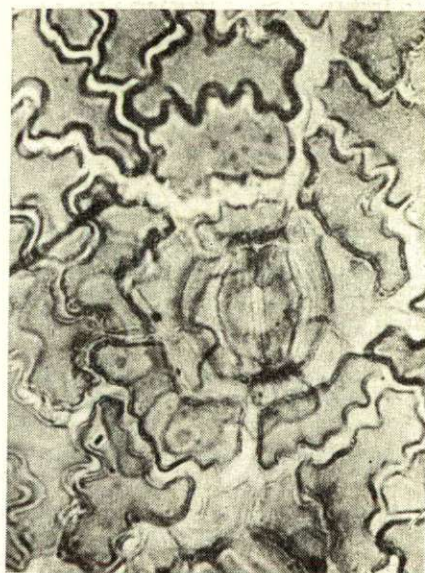
25. Right side x-50



26. Right side x-300



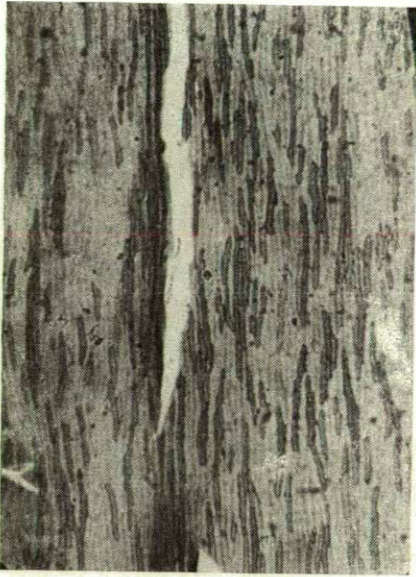
27. Back side x-50



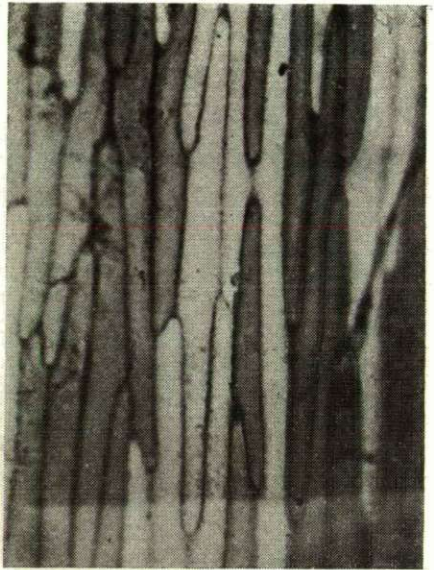
28. Back side x-300

Stangeria eriopus Kunze

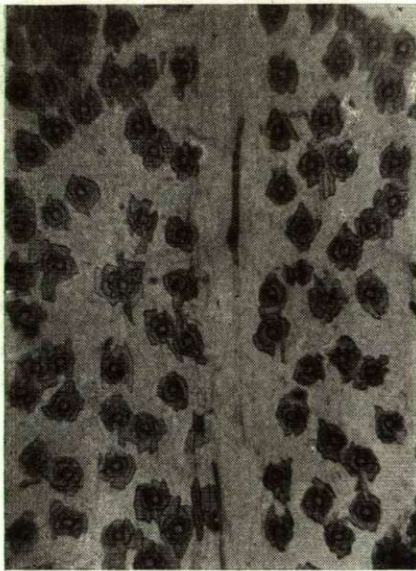
Plate VIII.



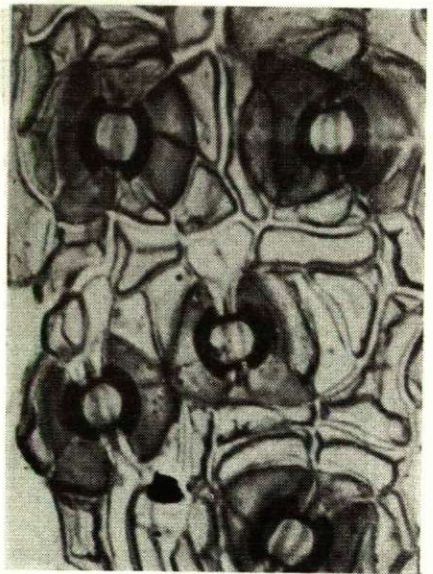
29. Right side x-50



30. Right side x-300



31. Back side x-50



32. Back side x-300

Zamia portoricensis Urban

DIE UNTERSUCHUNG DER ANLÄSSLICH DER BOHRUNGEN BEI TISZALÖK ZUTAGEGEFÖRDERTEN HOLZRESTE

Von

P. GREGUSS und J. MATUSZKA

Botanisches Institut der Universität Szeged
(Eingegangen am 8. September 1957)

Einleitung

Das Bewässerungssystem von Tiszalök ermöglicht die Wasserversorgung des von der Tisza, den Körös-Flüssen und der Nyíreged eingeschlossenen, etwa 4000 km² grossen dünnen, wasserarmen Dreiecks. Das wichtigste Moment dieses Bewässerungssystems war die Erbauung des bei Tiszalök errichteten und in April 1954 in Betrieb gesetzten Kraft- und Stauwerkes.

Die erforderlichen Vorarbeiten, namentlich die Vermessungen und Probebohrungen wurden bereits im Jahre 1948 in Angriff genommen. Die Probebohrungen sind vom Geologischen Institut der Universität Szeged und die geologische Aufarbeitung von Prof. I. MIHÁLTZ (8), dem Leiter des Institutes durchgeführt worden. Die bei den Bohrungen heraufbeförderten Holzüberreste wurden unserem Institut mitsamt den zugehörigen geologischen Daten zur Determination überlassen. Für Beides möchten wir Herrn Prof. MIHÁLTZ auch an dieser Stelle unseren Dank sagen.

Was die Anlage der Wassertreppe anbetrifft, waren verschiedene Pläne entworfen und deshalb die Bohrungen an den in Kombination genommenen drei Stellen in drei verschiedenen Variationen vorgenommen worden. Die Durchführung der Bohrungen ist in *Abbildung 1* dargestellt. In unserem Institut wurden im Auftrage der Ungarischen Akademie der Wissenschaften die aus den fünf Bohrungen am rechten Ufer der Tisza von je 50 m Tiefe (A/2) zutagegeförderten Holzreste aufgearbeitet. Von besonderer Bedeutung an dieser Arbeit ist, dass es sich hier um die erste derartige grossangelegte Untersuchung auf ungarischem Boden handelt, in der die Holzreste aus den zusammenhängenden Schichten mehrerer Tiefbohrungen zur Aufarbeitung gelangten, deren Vorkommen Schlüsse auf das Klima und die Pflanzenwelt, insbesondere auf die Waldungen aus dem Pleistozän des betreffenden Fundortes gestattet.

Methodik

Die uns zur Verfügung gestellten Holzreste wurden im Laufe der vergangenen Jahre nach der folgenden Methode aufgearbeitet: Die Holzstückchen wurden erweicht und Schnitte daraus hergestellt, wobei wir bestrebt waren, möglichst von einem jeden Holzstückchen Quer-, Tangential- und Radialschnitte anzufertigen. Die Einhaltung dieses Vorhabens stiess aber häufig auf grosse Schwierigkeiten, das die Stückchen oft so klein waren, dass manchmal selbst die Herstellung einfacher

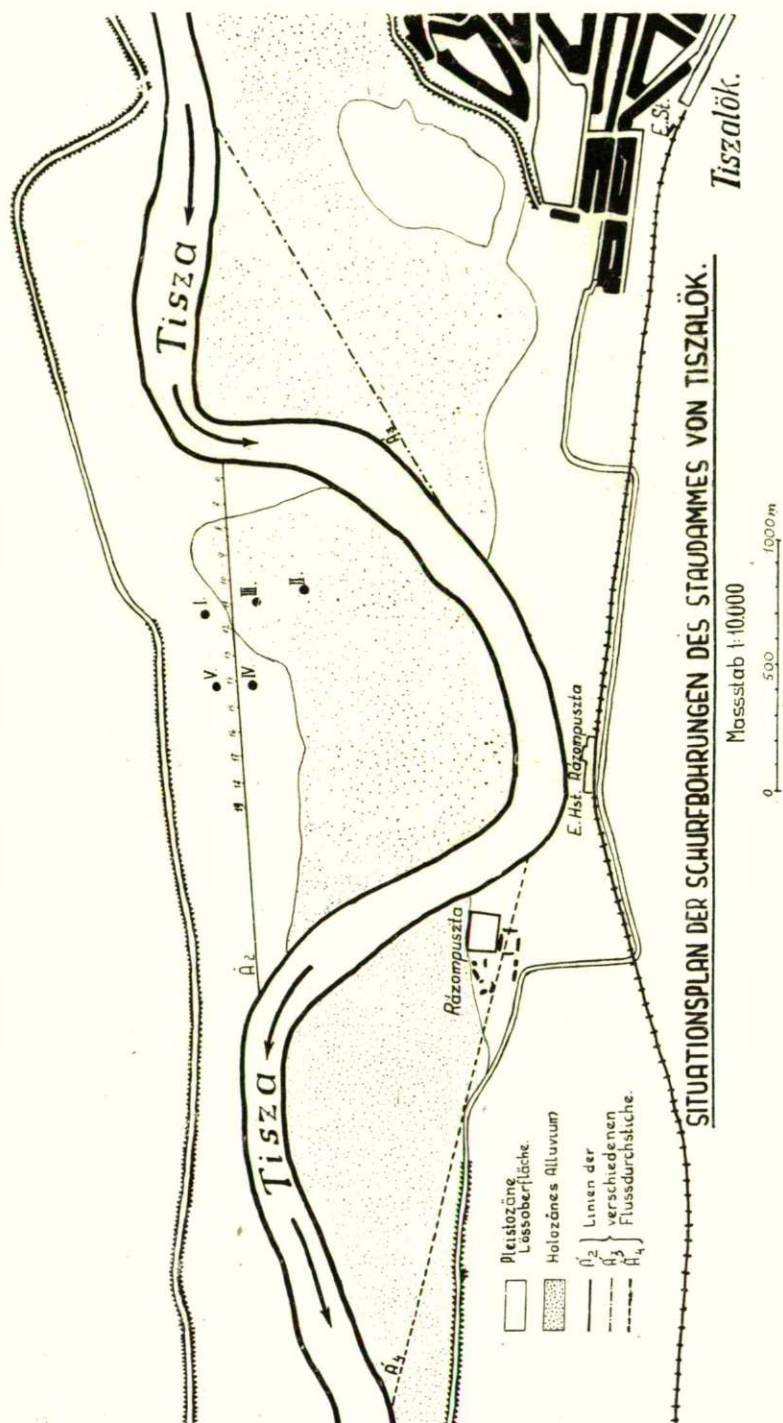


Abb. 1.

Schnitte in einer Ebene sich als unmöglich erwies. Eine besonders schwere Aufgabe stellte die Anfertigung guter Querschnitte aus den Laubbaumresten dar, die doch den Ausgangspunkt für die Bestimmungen überhaupt bedeuten. Die Überbleibsel der Laubbäume waren nämlich zumiest schwach erhalten und weitgehend desorganisiert. Aus denjenigen Resten, die Schnitte anzufertigen absolut nicht erlaubten, wurden nach dem Verfahren von SCHULZE-Mazerate hergestellt, diese mit Malachitgrün oder Methylenblau gefärbt bzw. karbonifiziert und in Glycerin oder Glycerin-Gelatine eingeschlossen. Aus den stark verkieselten Resten wurden Schliffe bereitet. Auf diese Weise konnten aus den insgesamt 200 Resten mehr als 600 Präparate, darunter 18 Schliffe und 79 Mazerate, angefertigt werden.

Im Laufe der Bestimmungen konnten 9 Koniferen- und 18 Laubbaum-Genera unterschieden werden.

Besonders schwer bei der Determinierung der einzelnen Präparate erwies sich die Trennung der Genera *Larix* und *Picea*. Diejenigen Schnitte, die keine sichere Ähnlichkeit zu einer der erwähnten Arten aufwiesen, wurden der gemeinsamen *Picea-Larix*-Gruppe zugeordnet.

Bei der Sonderung der *Pinus montana*- und *Pinus silvestris*-Arten wurden hauptsächlich die in den Kreuzungsfeldern befindlichen und entweder nebeneinander oder übereinander angeordneten Eiporen und ihre Form, sowie die mehr oder minder gut entwickelte Zähnelung der Quertracheiden berücksichtigt, da sie unsicheres Erachtens ziemlich gut unterscheidbare Merkmale darstellen.

Im Falle der Laubbäume haben wir bei der Trennung der *Salix*- und *Populus*-Genera die Zahl der grossen und einfachen Tüpfelreihen der Kantenzellen und die Tüpfelung der Tracheen als entscheidende Merkmale herangezogen. Die nicht typischen Schnitte wurden der *Salix-Populus*-Gruppe zugerechnet.

Diejenigen Laubbaumreste, die charakteristische Merkmale nicht erkennen liessen, kamen in eine gesonderte Gruppe.

Die aus gut erhaltenen typischen Resten hergestellten Schnitte sind photographiert und ihre erkennbaren Merkmale ausführlich beschrieben worden, wegen Raummangels kann aber die eingehende Beschreibung hier nicht angeführt werden.

Die Ergebnisse der eingehenden Untersuchungen der Präparate sind in *Tabelle 2* und *3* zusammengefasst. *Tabelle 2* zeigt das Vorkommen der Schichtreihenfolge und der Baumreste unter Benutzung der der Zeichenerklärung entsprechenden Bezeichnungen, während *Tabelle 3* die Häufigkeit des Vorkommens der verschiedenen Holzreste graphisch darstellt.

Untersuchungsergebnisse

1. An *Abbildung 1* sind die am rechten Tisza-Ufer vorgenommenen Bohrungen A/2 veranschaulicht. Hier ist zu beobachten, dass die Bohrungen in zwei parallelen, nordwärts gerichteten Linien liegen. Die eine Linie enthält die Bohrungen I, III und II, und die andere die Bohrungen V und IV. In der ersten Linie sind die Bohrungen in Abständen von 200 m vorgenommen worden, während die Entfernung zwischen den Bohrungen V und IV etwa 150 m beträgt. Von den 5 Bohrungen entfallen die I., V. und IV. auf ein Pleistozän-Gelände und die Bohrungen II und III auf ein Gebiet holozäner Strombetauffüllung.

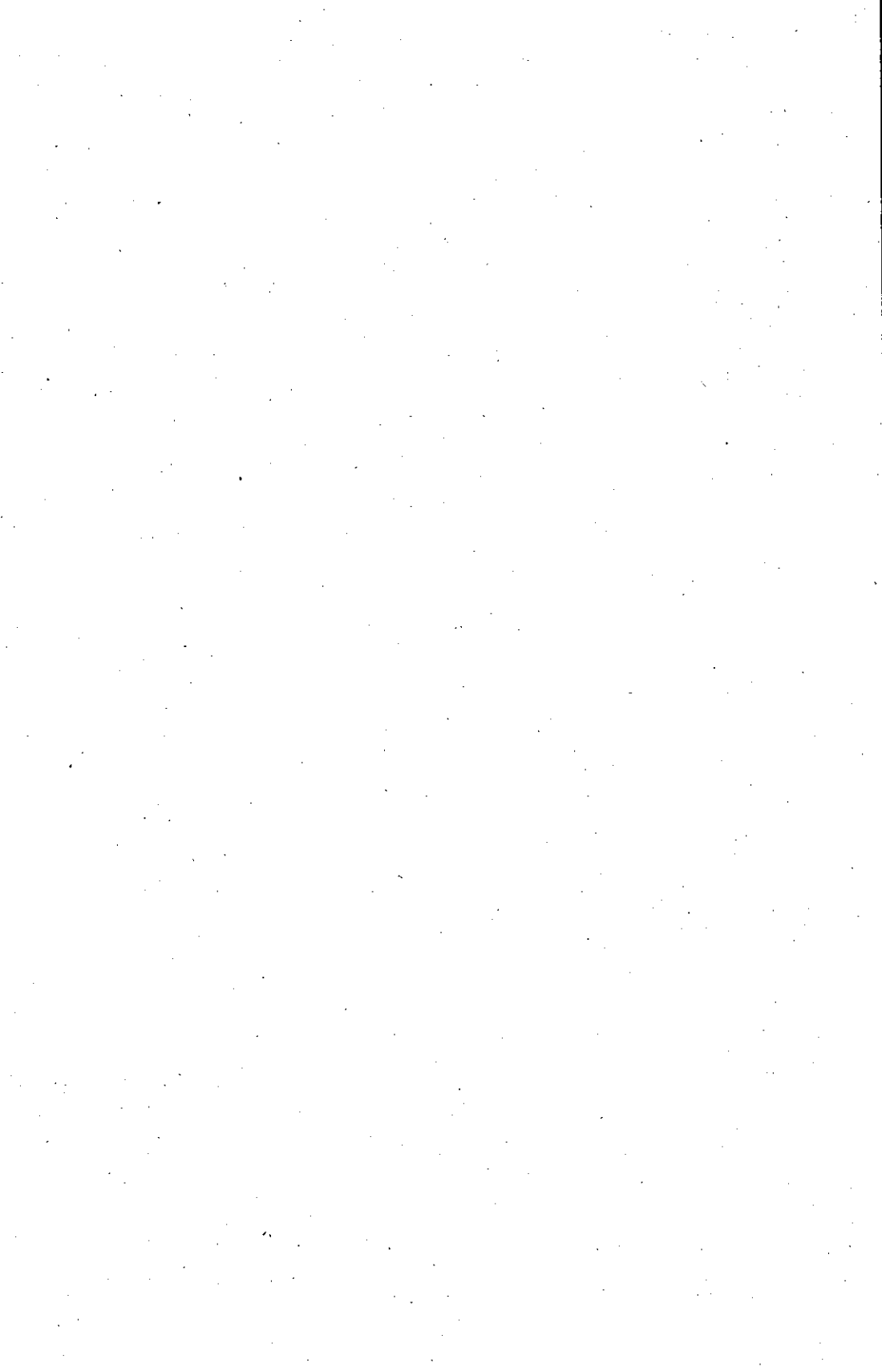
2. Entsprechend der Aufzählung in Punkt 1 sind die in *Abbildung 2* sichtbaren Schichtfolgen angeordnet und auch die tabellarische Darstellung der Fundorte findet sich an dieser Tabelle. Hinsichtlich der Anordnung der Schichtreihen ist nach MÜLLERTZ (8) in den Bohrungen I, III und II — in Richtung des Flussbettes der Tisza — eine gewisse Senkung bemerkbar, die in den oberflächlicheren Schichten weniger stark, in den tieferen aber ausge-

sprochener ist. In den Bohrungen V und IV ist diese Neigung schon nicht mehr so deutlich wahrzunehmen.

3. Die Untersuchung der Tiefen der an den Tabellen angegebenen Fundorte der Holzreste veranlasst zu der Schlussfolgerung, dass diese Holzreste in ihrer Lage keine einheitlichen Schichten bilden. Auch zeigen die Tabellen, dass die Überreste der das kältere und das wärmere Klima bevorzugenden Bäume meistens nebeneinander vorkommen und nicht besondere Lagen bilden. Unter den aus der gleichen Tiefe ein und derselben Bohrung erhaltenen Resten kommen Stückchen der kältere bzw. wärmere Klimata anzeigenden Bäume gleichermassen nebeneinander vor, mit anderen Worten: das Vorkommen der Holzreste zeigt nicht mit genügender Bestimmtheit den Wechsel der kühleren und wärmeren Epochen des Pleistozän an. Ihre Lage und ihre Zahl lassen also genauere Schlüsse auf die Klimaverhältnisse des Pleistozän nicht zu.

4. Aus der Tabelle wird ferner ersichtlich, dass in der einen Bohrung die Reste der Koniferen besser erhalten waren. Unter den 30 Resten in Bohrung V stammen z. B. 17 von Koniferen und nur 13 von Laubbäumen. In der II. und III. Bohrung waren von insgesamt 63 Funden 28, bzw. von 74 Funden 35 Reste von Nadelhölzern. Diese hohen Vorkommenszahlen lassen vermuten, dass im Laufe der Zeiten auf diesem Gebiete die Koniferen die dominierenden Holzgewächse waren. Dies ist aber nur Schein. Viel wahrscheinlicher ist, dass das harzhaltige Holz der Nadelwaldbestände den Abbauprozessen der Umwelt besser zu widerstehen vermochte als der Holzkörper der Laubbäume. Hier muss allerdings bemerkt werden, dass in der seit den Ablagerungen des Pleistozän verstrichenen kurzen Zeitspanne die Überreste der Laubbäume selbst in den grössten Sedimenten nicht völlig vernichtet waren, sondern nur infolge des höheren Desorganisationsgrades für präzisere Bestimmungen sich als ungeeignet erwiesen. Deutlich zu beobachten ist diese Erscheinung in den erwähnten drei Bohrungen, wo aus den für die Desorganisationsvorgänge weit günstiger strukturierten, verschieden feinen Sandschichten hauptsächlich Koniferenreste in besser determinierbarem Zustande geborgen wurden, während von den Laubbaumüberresten zahlreiche infolge der stärkeren Desorganisation kaum oder garnicht bestimmbar waren.

5. Eine ziemlich grosse Menge der Überreste findet sich oberhalb der mit schwarzer Farbe gekennzeichneten Ton-, der tonhaltigen Schlamm- oder der schlammhaltigen Tonschichten bzw. oberhalb der mit wagerechten Strichen bezeichneten sandigen Schlamm- oder schlammhaltigen Sandschichten gelagert. Besonders auffällig ist dies bei 16,4—16,8 und 16,9—17,9 m Tiefe in der Bohrung I, in Bohrung II bei 52,6—52,7 m Tiefe, in Bohrung III bei 36,1—39,8 m Tiefe, in Bohrung IV bei 18,8—21,2, 23,2—24,7 und 50,7—53,3 m Tiefe, sowie in den bis zu 18,1—13,9 m reichenden Schichten der Bohrung V. Diese Erscheinung ist nach der mündlichen Mitteilung von MIHÁLTZ, aber auch unseres Erachtens damit zu erklären, dass es sich bei der überwiegenden Mehrheit der Holzreste um Schwemmholz handelt. Der Transport dürfte am intensivsten zur Zeit der grössten Stromschnelle der Flüsse gewesen sein, d. h., als die Flüsse Geschiebe beförderten, was auch der Umstand zu beweisen scheint, dass die grössere Zahl der Holzreste vorwiegend an die Grobsandzonen in 10—25 und 35—55 m Tiefe gebunden ist. Innerhalb dieser Zonen ist das:



zusammenhängende grosse Waldungen auch gar nicht bestanden haben können. In Anbetracht der in der unter Punkt 7 erwähnten ersten Tiefenzone, d. h. bei 16—24 m, vorkommender zahlreicheren Holzreste ist die einstmalige Existenz von Wäldern eventuell noch anzunehmen, aber aus den darauffolgenden, fast restefreien Lücken, bzw. aus den später nur sporadisch anzutreffenden kleinen Holzrestchen kann hierauf noch nicht geschlossen werden, besonders, wenn man die äusserste Kleinheit der meisten Holzstückchen und den Flusswassergeschiebe-Charakter der umgebenden Schichten in Betracht zieht. *Alle diese Daten berechtigen zu der Schlussfolgerung, dass auf diesem Gebiete nicht nur grössere zusammenhängende Waldungen nicht bestanden haben, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach auch das heutige Gebiet der ungarischen Tiefebene, des Alföld, wenigstens seit der Würm-Periode der Eiszeit — baumlos war und Wälder sicher an den Randgebirgen ausgebreitet haben.* Dies scheint auch der Umstand zu beweisen, dass die zutagegeforderten Holzarten fast bis zu 100% Laub- und Nadelbäume der Gebirgsgegenden darstellen.

9. Schliesslich geht aus der Tabelle auch hervor, dass die beiden oben erwähnten Zonen mit den reichhaltigeren Überbleibseln nicht von der gleichen Zusammensetzung sind. In der ersten Tiefenzone finden sich Reste der im allgemeinen ein kühleres Klima bevorzugenden Bäume gemischter Laubwälder und Nadelholzbestände, unter denen *Pinus*-, *Larix*-, *Betula*-, *Alnus*-, *Salix*- und *Populus*-Genera vorherrschen, während aus der zweiten Tiefenzone eher Reste der ein mässigeres Klima beanspruchenden *Picea*-, *Juniperus*-, *Abies*-, *Tilia*-, *Acer*-, *Fraxinus*-, *Carpinus*-, *Fagus*-, *Ulmus*- und *Quercus*-Genera zum Vorschein kamen.

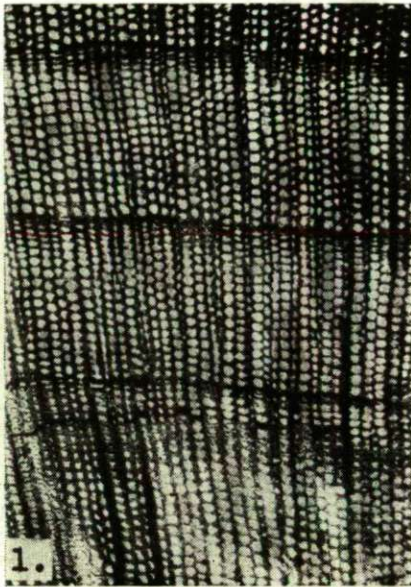
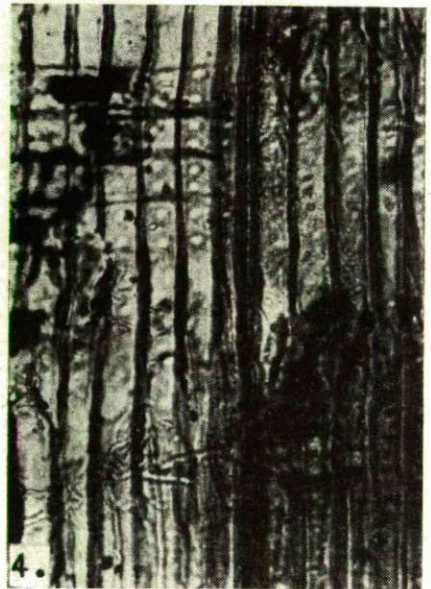
Besonders wichtig ist das reichlichere Vorkommen der eher thermophilen Arten: *Quercus*, *Ulmus* und *Fagus* im untersten Abschnitt dieser Zone, woraus gefolgert werden kann, dass in der Umgebung unseres Tiszaölök — wenn man die klimatischen und Feuchtigkeitsansprüche der vorkommenden Baumarten (2, 3, 4, 10) in Betracht zieht — ein älteres mildes, wärmeres Zeitalter von einer jüngeren kühleren, aber ebenfalls niederschlagsreichen Periode abgelöst wurde, die eventuell dem interstadialen Würm II—III, bzw. dem glazialen Würm III entsprechen dürfte.

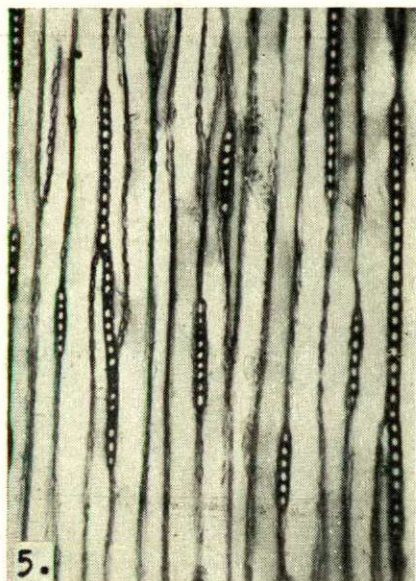
Schrifttum

- (1) *Andreánszky, G.*: (1945) Ősnövénytan, Paleobotanik (ungarisch), Akadémiai Kiadó, Budapest.
- (2) *Bertsch, K.*: (1940) Geschichte des deutschen Waldes, Gustav Fischer, Jena.
- (3) *Fehér, L.—Mágócsy-Dietz, S.*: (1935) Erdészeti növénytan, Forstliche Botanik (ungarisch), Máhr Árpád, Sopron.
- (4) *Fekete, L.—Blattny, T.*: (1913) Az erdészeti jelentőségű fák és cserjék elterjedése a magyar állam területén, Die Vorbereitung der forstlich bedeutsamen Bäume und Sträucher auf ungarischem Staatsgebiet (ungarisch), F. M. kiadó, Selmeczbánya.
- (5) *Greguss, P.*: (1945) Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- (6) *Greguss, P.*: (1955) Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Akadémiai Kiadó, Budapest.

- (7) *Hollendonner, F.*: (1913) A fenyőfélék fájának összehasonlító szövettana, Anatomie des Holzes der Koniferenarten (ungarisch), Országos Erdészeti Egyesület, Budapest.
- (8) *Miháltz, I.*: A tiszalöki vízlépcső helyének földtani vizsgálata, Geologische Untersuchung des Ortes des Stauwerkes bei Tiszalök, (ungarisch), (1948).
- (9) *Miháltzné Faragó, M.*: A tiszalöki fúrások pollenanalytikai vizsgálata, Die pollenanalytische Untersuchung der Bohrungen bei Tiszalök (Vorgetragen an der Sitzung der Biologischen Sektion) (ungarisch) Szeged. (1953).
- (10) *Róth, Gy.*: (1953) Erdőműveléstan, Forstwissenschaft (ungarisch), Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Tafel I.

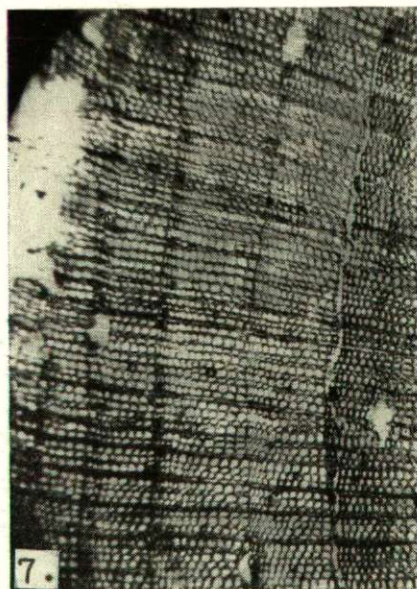
1. *Juniperus* Vergr. 100 x2. *Juniperus* Vergr. 200 x3. *Juniperus* Vergr. 200 x4. *Juniperus* Vergr. 400 x



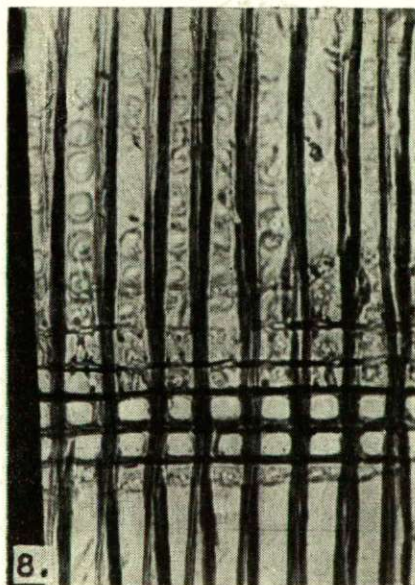
5. *Abies* Vergr. 100 x



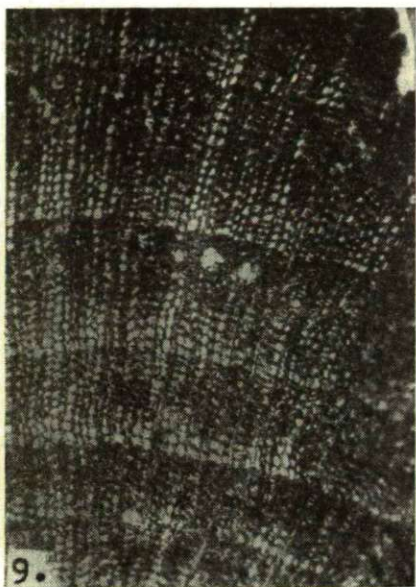
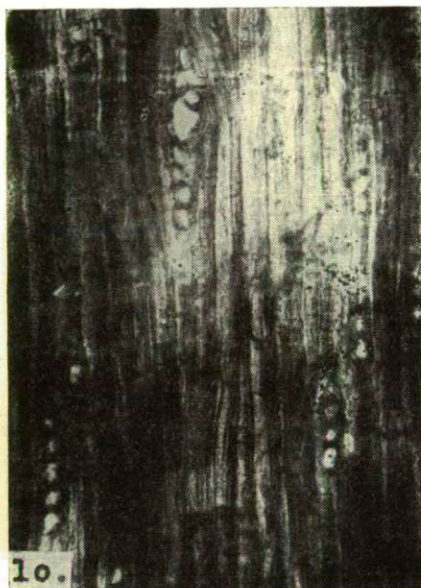
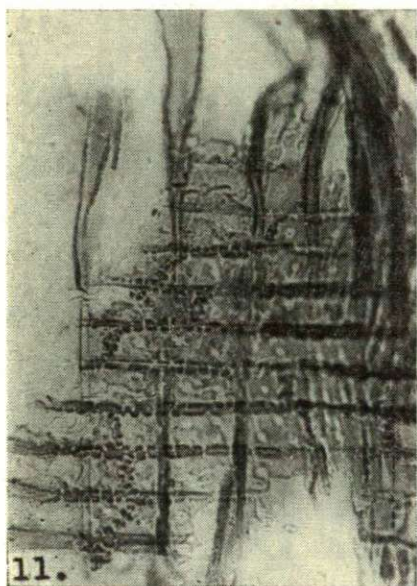
6. *Abies* Vergr. 300 x



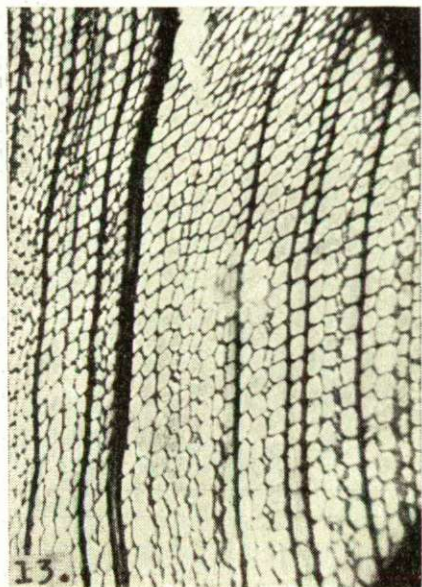
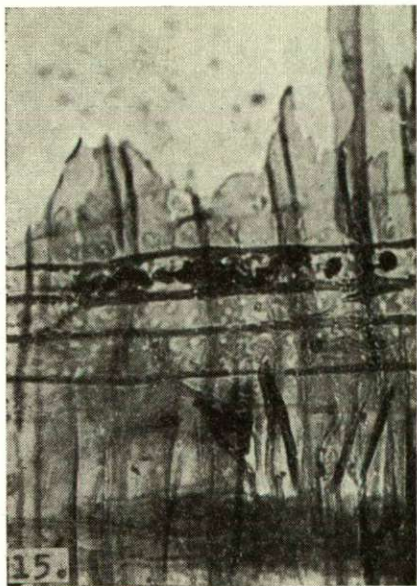
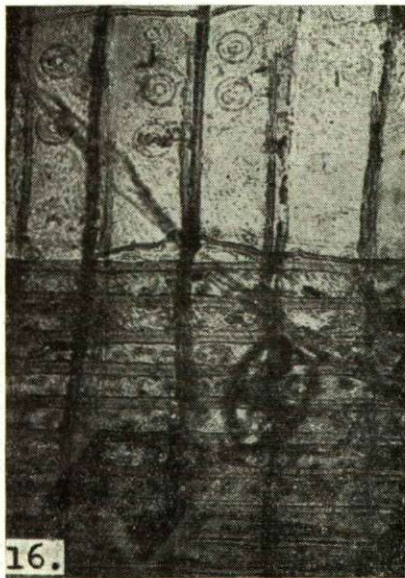
7. *Pinus montana* Vergr. 50 x

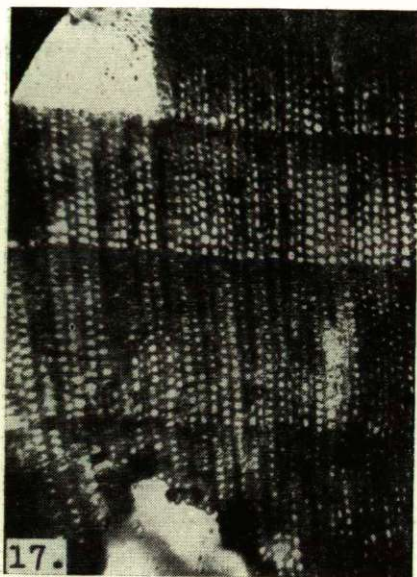


8. *Pinus montana* Vergr. 200 x

9. *Picea* Verg. 100 x10. *Picea* Vergr. 200 x11. *Picea* Vergr. 300 x12. *Picea* Vergr. 600 x

Tafel IV.

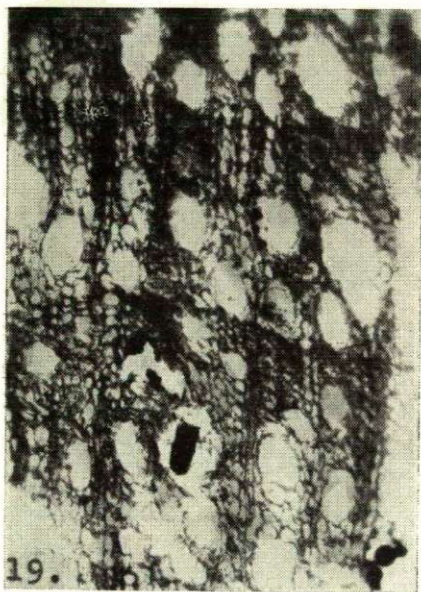
13. *Larix* Vergr. 50 x14. *Larix* Vergr. 100 x15. *Larix* Vergr. 300 x16. *Larix* Vergr. 200 x



17. *Pinus cembra* Vergr. 50 x



18. *Pinus cembra* Vergr. 300 x

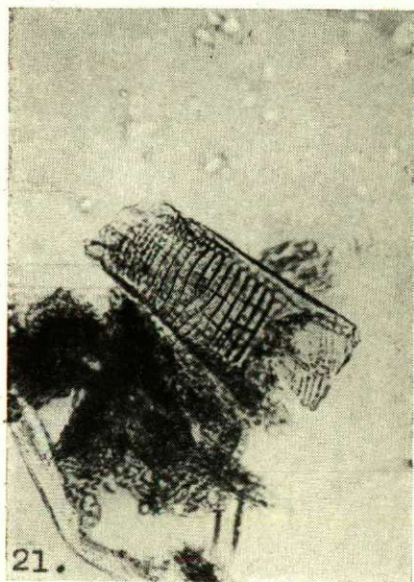


19. *Fraxinus* Vergr. 100 x

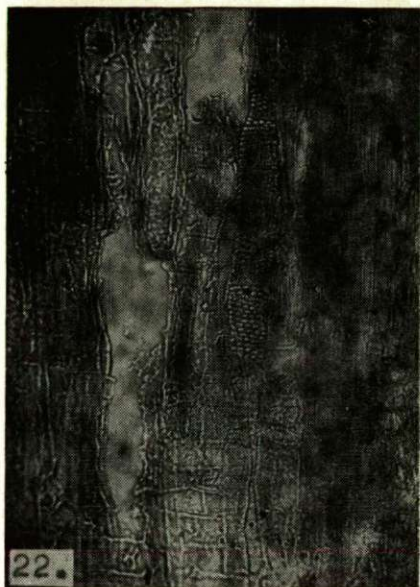


20. *Fraxinus* Vergr. 100 x

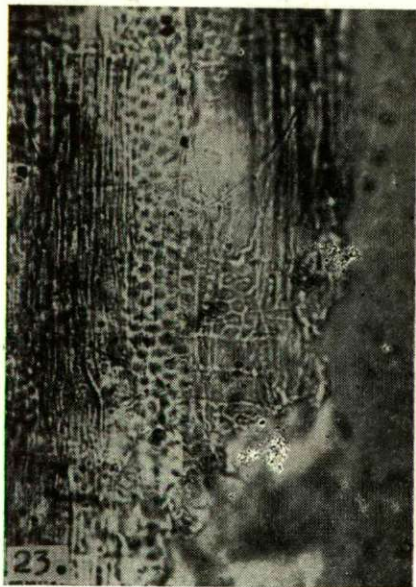
Tafel VI.



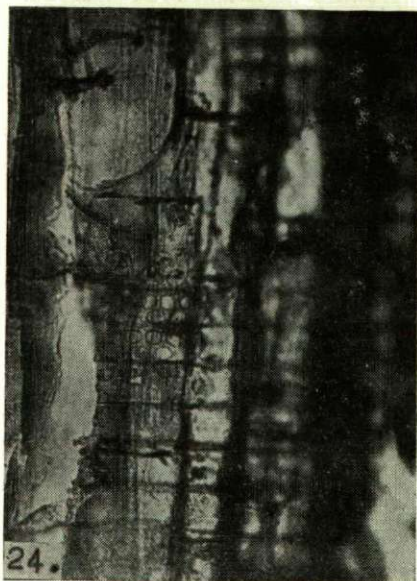
21. *Betula* Vergr. 300 x



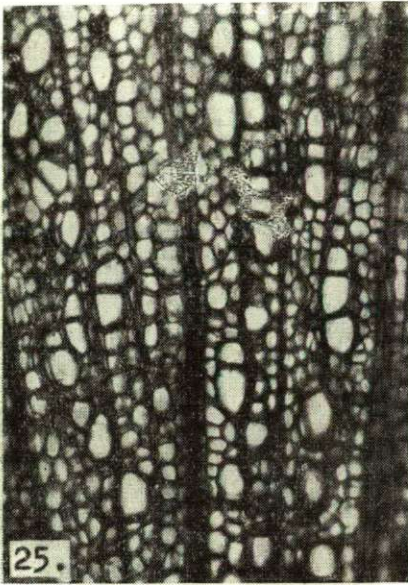
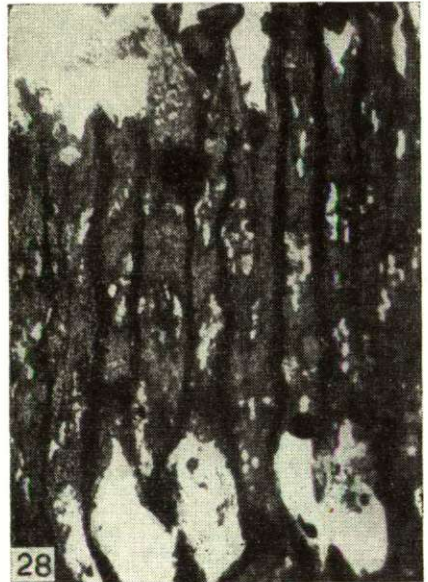
22. *Alnus* Vergr. 100 x



23. *Salix* Vergr. 300 x



24. *Populus* Vergr. 300 x

25. *Tilia* Vergr. 100 x26. *Tilia* Vergr. 100 x27. *Tilia* Vergr. 200 x28. *Ulmus* Vergr. 100 x

PAPIERCHROMATOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN DER ÄTHERLÖSLICHEN KEIMUNGS- UND WACHSTUMSHEMMENDEN STOFFE DER HAFERSPELZE.

Von

E. KÖVES

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Szeged.
(Eingegangen am 10. Oktober 1957)

Einleitung

Über Untersuchungen, die mit den in den einzelnen Teilen der Haferpflanze (Wurzel, Stroh, Körner) auffindbaren keimungs- und wachstumshemmenden Substanzen unter Anwendung verschiedener Methoden durchgeführt worden sind, gibt die Literatur Aufschluss (11, 12, 31, 25, 22), eingehende Untersuchungen der Hemmstoffe in der Haferspelze haben aber noch nicht stattgefunden. Nach EVENARY (12) ist in der Haferspelze ein Inhibitor und eine nichtspezifische wachstumsfördernde Substanz enthalten.

Die bisherige Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Haferspelze einerseits Stoffe enthalten muss, welche auf das hydrolysierende Enzymsystem einwirken und die im engeren Sinne genommene Keimung, die Mobilisation der Nährstoffe hemmen, während andere Inhibitoren die Keimung infolge Hemmung des Embryonenwachstums hintanhaltend. Um die Richtigkeit dieser Vermutung beweisen zu können und zur chemischen Identifizierung der Stoffe hat sich die papierchromatographische Untersuchung der wasser- und ätherlöslichen Hemmstoffe der Haferspelze als notwendig erwiesen.

Versuchsmaterial und Methoden

Das Material der Untersuchungen war die Spelze von 1955 und 1956 geerntetem »Fleischmann«-Hafer. Die Körner wurden von der Spelze befreit und die Spelze mit der zehnfachen Gewichtsmenge Wasser 24 Stunden lang inkubiert. Dieser wässrige Extrakt wurde in Gegenwart von Methylorange mit 0,5 N HCl bis zu pH 2,8 titriert und — so angesäuert — mit peroxydfreiem Äthyläther dreimal je 5 Minuten lang ausgeschüttelt, dann die ätherische Fraktion bei 60° C eingedampft und der konzentrierte Extrakt papierchromatographisch (Schleicher & Schüll Nr. 2043) untersucht.

Die für die biologischen Tests benötigten Chromatogramme wurden mit einem Solvens aus Isopropanol, Ammoniak und Wasser im Verhältnis 10:1:1 (1. Lösungsmittel) angefertigt. Zur Identifizierung der Hemmstoffe haben wir aber auch noch die folgenden Solvenssysteme angewandt: mit 5 N Ammoniak gesättigtes Butanol (2. Lösungsmittel), 10%-ige Essigsäure (3. Lösungsmittel) und ein Butanol-Essigsäure-Wassergemisch 4:1:5 (4. Lösungsmittel). In sämtlichen Fällen handelt es sich um aufsteigende Chromatogramme.

Die biologische Untersuchung der Chromatogramme geschah auf die übliche Weise mit verschiedenen Körner-Testen und *Avena*-Koleoptyltesten (4, 23, 10), wobei als Testobjekte *Avena sativa* L. »Fleischmann«, *Panicum miliaceum* L., *Amaranthus albus* L., *Papaver somniferum* L. »Fertődi kék« und *Sinapis alba* L. -Körner benutzt wurden. Die Körner kamen — auf Papier ausgebreitet — in einen Thermostaat von 25° C zur Inkubation und dann wurde ihre prozentuelle Keimungsintensität — verglichen mit der der Kontrollen — sowie das Wachstum der Wurzeln und Triebe verfolgt (ausgedrückt in mm).

Die Wirkung der papierchromatographisch abgetrennten Hemmstoffe auf die Amylase wurde folgendermassen geprüft: In Petrischalen wurden Platten folgender Zusammensetzung ausgegossen: 1%-iger Agar-Agar, 0,5% Stärke und 0,05% Amylase. Im Mittelpunkt der Platten wurden Glaskapillaren senkrecht befestigt und diese mit den von den Flecken herausgelösten Substanzen beschickt, die dann allmählich in die Agarplatten hineindiffundierten. Nach 44-stündiger Inkubation bei 30° C erfolgte Entwicklung der Platten mit J-JK-Lösung und Vergleich der Grösse der zersetzten bzw. unzersetzt gebliebenen Stärkezone mit der der Kontrollen.

Zwecks Identifizierung der Hemmstoffe wurden die Chromatogramme im UV-Licht analysiert, mit Bromkresolgrün oder Methylrot und mit den bei der Erörterung der Versuchsergebnisse erwähnten spezifischen Reagenzien besprüht. Die Identifizierung der Hemmstoff-Flecken geschah auf Grund der in den verschiedenen Solventien erhaltenen R_f -Werte, der Fluoreszenz im UV-Licht, der Besprühungsreaktionen und des Vergleiches mit den Eigenschaften der zur Verfügung stehenden synthetischen Chemikalien.

Experimentelle Ergebnisse

I. Biologische Untersuchung der wässerigen und ätherlöslichen Hemmstoffe der Haferspelze

Orientierungsweise haben wir zunächst die biologische Wirkung der wässerigen Extrakte in zehnfacher Verdünnung geprüft. Die Haferspelze bewirkte bei den ölhaltigen *Sinapis*- und *Papaver*-Körnern eine starke Hemmung, bei den stärkehaltigen *Avena*- und *Triticum*-Körnern dagegen eine gewisse Keimungsförderung. Nach 36–60 Stunden Einwirkungsdauer trat auch eine beträchtliche Hemmung des Wurzelwachstums in Erscheinung. Die wässerigen Extrakte hemmten auch die Längsstreckung der Koleoptylsektionen, und zwar noch bei 100-facher Verdünnung der Stammlösung (1:10). Das Wachstum der Sektionen betrug — im Verhältnis zu dem der Kontrollen — 77,2% und in der 100-fachen Verdünnung 96%.

Die biologische Untersuchung der aus ätherischen Extrakten der Spelze angefertigten Chromatogramme ergab folgendes (s. Abb. 1 und 2).

Abbildung 1 veranschaulicht die auf die Keimung der *Amaranthus*- und *Sinapis*-Körner ausgeübte Wirkung der Eluate aus den Chromatogrammmstreifen. Die Chromatogramme lassen zwei grössere und eine kleinere Hemmungszone erkennen, deren untere bei R_f 0,0–0,4 liegt. Hier beträgt die Keimungshemmung im Falle der *Amaranthus*-Körner im ersten cm 15% und bei den *Sinapis*-Körnern 35%. Ihr Maximum erreicht die Aktivität des Fleckes in den ersten 3 cm, um dann bis zu 8 cm allmählich nachzulassen. Nach diesen

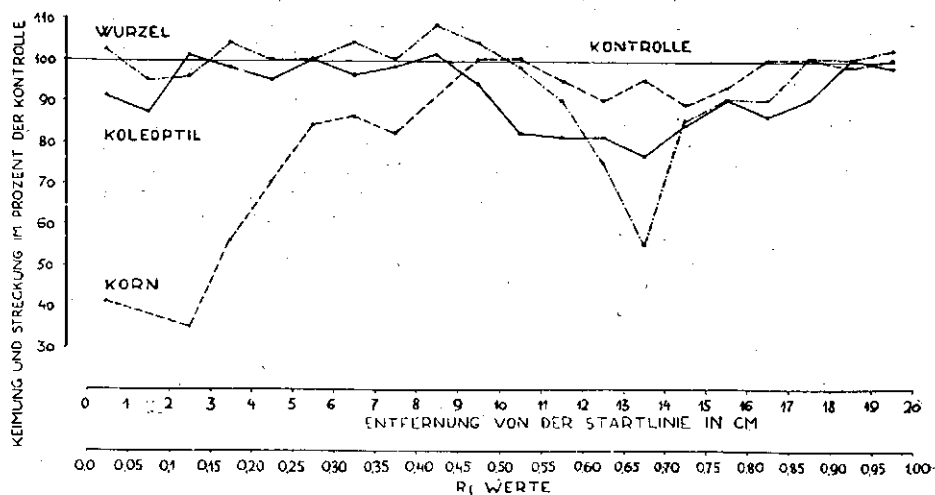


Abb. 1. Keimung der Samen von *Amaranthus* und *Sinapis* in Eluate der 1 cm langen Streifen des aus dem ätherischem Extrakt der Haferspелze verfertigten Kromatogramms. Mittelwerte aus 4 gleichlaufenden Untersuchungen. (Fehlerbereich $\pm 3\%$)

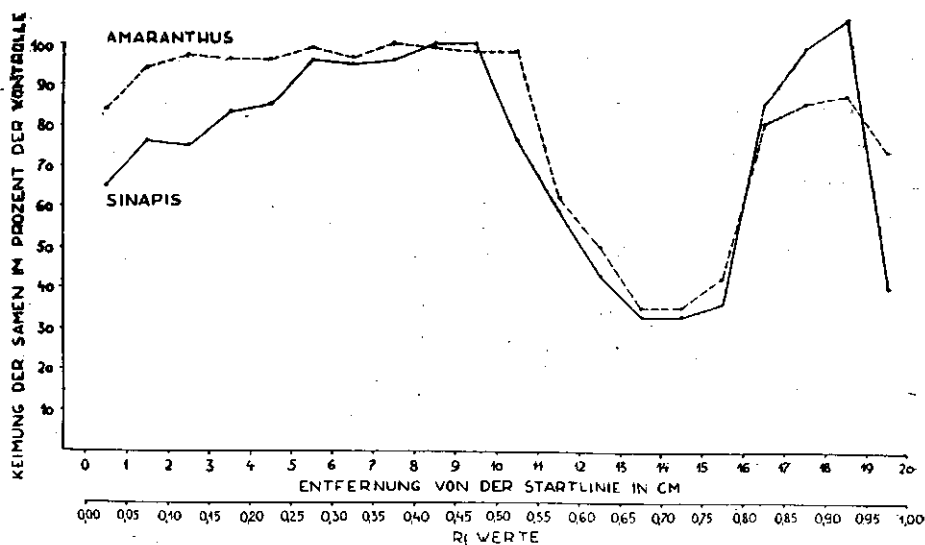


Abb. 2. Wirkung der Eluate der Kromatogrammstreifen auf Keimung der Haferkörner und auf Streckung der Wurzeln und Koeleptyl-Sektionen der Haferkeimplanzen. Mittelwerte aus 4 gleichlaufenden Untersuchungen. (Fehlerbereich $\pm 3\%$).

Beobachtungen bewirken die Stoffe dieses aktiven Fleckes eine hauptsächlich im Prozentsatz und in der Intensität der Keimung zum Ausdruck kommende Hemmung, während sie die spätere Streckung der Keimpflanzenwurzeln nicht oder nur in unbedeutendem Grade hemmen. Das andere wesentliche Hemmungsgebiet liegt gewöhnlich bei den R_f -Werten 0,60—0,85. Die hier lokalisierten Stoffe haben sich im Falle der *Amaranthus*- und *Sinapis*-Körner als sehr aktiv erwiesen: im Zentrum der Flecken (R_f 0,70) wurde nämlich eine Keimungshemmung um 60—65% beobachtet. Im letzten cm der Chromatogramme (R_f 0,95—1,0) war ebenfalls eine ziemlich beträchtliche Keimungshemmung feststellbar.

Abbildung 2 führt den auf die Keimung des Hafers sowie auf die Verlängerung der Wurzeln und Koleoptylsektionen der Haferkeimpflanzen ausgeübten Effekt der Eluate aus den Chromatogrammmstreifen vor Augen. Der untere Hemmfleck der Chromatogramme bewirkt eine Verzögerung der Keimung der Haferkörner um etwa 65%, während er nur eine unbedeutende Hemmung der Verlängerung der Wurzeln und Koleoptylsektionen zur Folge hat, ja letztere manchmal sogar fördert. Die Hemmzone zwischen R_f 0,60 und 0,85 wirkt dagegen in umgekehrtem Sinne. Hier ist die Keimungshemmung sozusagen eine unbedeutende im Verhältnis zur Hemmung des Koleoptyl- und Wurzelwachstums. Dies weist darauf hin, dass das erste aktive Gebiet hauptsächlich die Keimung (Amylaseaktivität), und das zweite eher das Längenwachstum beeinflussende Stoffe enthält.

Beachtenswert ist, dass im Falle des Hafers die erheblichste Keimungshemmung auf den untersten Fleck der Chromatogramme entfällt (Abb. 2), während in den anderen beiden Testen die grösste Hemmwirkung im Bereiche der R_f -Werte von 0,60—0,85 beobachtet wurde (Abb. 1). Auf Grund dieser Befunde nahmen wir an, dass die im unteren Fleck lokalisierten amy-lasehemmenden Substanzen eine spezifische Wirkung auf die Haferkörner entfalten.

Was den unteren Abschnitt der Chromatogramme zwischen 0,0 und 0,3 R_f anbetrifft, macht sich — gegenüber den dargestellten Ergebnissen der Versuche an dem Erntegut des Jahres 1955 — im Falle der Haferspelze des Jahres 1956 an diesem Gebiete anstatt einer Hemmung eine mässige Stimulation bemerkbar. Diese Erscheinung haben wir mit dem infolge der abweichenden Konzentrationsverhältnisse der hier lokalisierten Stoffe zustandekommenden Wirkungswechsel erklärt, und in der Tat konnte im Laufe der weiteren Versuche der Beweis erbracht werden, dass das Eluat dieses Hemmgebietes im Falle beider biologischer Tests in grösseren Konzentrationen einen hemmenden, in kleineren Konzentrationen aber einen stimulierenden Effekt auslöst.

In weiteren Versuchen haben wir dann die ätherlöslichen Substanzen grösserer Mengen Haferspelze (200g) chromatographiert. Die beiden oben erwähnten grossen Hemmflecke wurden mit Wasser eluiert und dann mit Hilfe der Diffusionsmethode ihre Wirkung auf die Amylaseaktivität studiert. In dieser Versuchsreihe konnte eine hochgradige Hemmfunktion in den Eluat-ten der Flecke bei 0—3 cm festgestellt werden, auf der Strecke zwischen 12 und 17 cm war dagegen nur eine unbedeutende Hemmung zu verzeichnen, wodurch unsere bei der Auswertung der Körnerteste entwickelte Meinung,

dass der untere Fleck in erster Linie die Keimung, bzw. das hydrolysierende System im engeren Sinne, hemmend beeinflusst, eine Bestätigung erfahren hat.

II. Identifizierung der Hemmflecken-Stoffe

Die Identifizierung der papierchromatographisch isolierten Inhibitoren geschah auf Grund der R_f -Werte, der UV-Fluoreszenz und der mit folgenden Reagenzien erhaltenen Farbreaktionen:

- a) Bromkresolgrün (BCG) 0,04%-ige Lösung, mit NaOH auf blau eingestellt (9),
- b) Methylrot, 0,04%-ige Lösung (MR), mit NaOH auf rot eingestellt (9),
- c) 0,5-ige FeCl_3 -Lösungen in Methanol (24),
- d) diazotierte Sulfanilsäure nach MANN (c. f. 19),
- e) diazotiertes p-Nitroanilin nach BRAY (c. f. 5).

Auf Grund der Besprühung mit den Bandenentwicklern haben sich die wirksamen Flecke als Säuren erwiesen. Nachdem die sauren Fraktionen der ätherischen Extrakte verschiedener Pflanzenbestandteile nach den bisherigen Untersuchungen (6, 7, 15, 20, 30) aromatische, und häufig Oxysäuren enthielten, musste vorwiegend an derartige Stoffe gedacht werden. Aus diesem Grunde haben wir bei den weiteren Besprühungen Phenolreagenzien benutzt. Mit Hilfe dieser Verfahren konnten an den Chromatogrammen 4 Flecke mit grosser Wahrscheinlichkeit identifiziert werden.

Fleck A: R_f -Wert im ersten Solvens: 0,07
 R_f -Wert im zweiten Solvens: 0,075
 FeCl_3 -Reaktion: bläulichschwarz
mit diazotierter Sulfanilsäure: keine Reaktion
mit diazotiertem p-Nitroanilin: keine Reaktion
UV-Fluoreszenz: hellblau, in NH_3 grünlichgelb.

Auf Grund dieser Befunde ist an die Anwesenheit von Gerbstoffen in diesen Chromatogrammzonen zu denken (24). Zur Bestätigung dieser unserer Hypothese haben wir reine Gallussäure und Tannin unter ähnlichen Umständen chromatographiert und das Verhalten ihrer Flecke mit den obigen Daten verglichen. Die Übereinstimmungen deuten darauf hin, dass in dem ersten Fleck tatsächlich Gerbstoffe vorliegen. Das Eluat des Fleckes aber gab keine freie Gallussäure-Reaktion.

Fleck B: R_f -Wert im ersten Solvens: 0,24
 " im zweiten Solvens: 0,125
 " im dritten Solvens: 0,50
 Fe_3Cl -Reaktion: goldbraun
mit diazotiertem p-Nitroanilin: blau
UV-Fluoreszenz: grünlichblau

Die Eigenschaften und die Farbreaktionen des Fleckes sprechen für p-Kumarsäure oder Ferulasäure (19, 5, 26, 27, 7, 30). Das Ergebnis zugunsten der einen oder der anderen Verbindung zu entscheiden war nicht mit Sicherheit möglich. Am wahrscheinlichsten ist, dass beiden Säuren nebeneinander vorhanden sind.

Fleck C: R_f -Werte im ersten Solvens: 0,36
 „ im zweiten Solvens: 0,12
 Fe_3Cl -Reaktion: hellbarun
 mit diazotierter Sulfanilsäure: gelb
 mit diazotiertem p-Nitroanilin: rot
 keine UV-Fluoreszenz.

In Anbetracht dieser Daten haben wir den Fleck als p-oxy-Benzoesäure qualifiziert (19, 27, 7).

Fleck D: R_f -Werte im ersten Solvens: 0,61
 „ im zweiten Solvens: 0,58
 „ im dritten Solvens: 0,60
 Fe_3Cl -Reaktion: violett
 mit diazotierter Sulfanilsäure: gelb
 mit diazotiertem p-Nitroanilin: gelb
 UV-Fluoreszenz: lebhaft bläulich-violett.

Die Eigenschaften dieses Fleckes stehen in voller Übereinstimmung mit denen der reinen Salicylsäure: Deshalb — und auch in Anbetracht der Literaturangaben (5, 30) — muss diese Substanz als Salicylsäure angesehen werden.

An den Chromatogrammen war auch noch ein fünfter Fleck bei R_f 0,72 zu beobachten, der jedoch nicht identifiziert werden konnte. Unseres Erachtens dürfte es sich hierbei um ein Zimtsäurederivat handeln (5, 27). Eine Farbenreaktion mit den obigen Reagenzien wurde nicht erhalten. Die Eigenfarbe des Fleckes ist in alkalischem Medium gelb, der Geruch erinnert an Kumin. In Wasser, Aether und Methanol leicht lösliche Substanz, die im UV-Licht eine gelblichgrüne Fluoreszenz zeigt.

Die Ergebnisse der Identifizierungsversuche sind auch durch die Prüfung der biologischen Wirkung der entsprechenden synthetischen Stoffe unterstützt worden. Hier zeigte sich, dass die Gerbstoffe in höheren Konzentrationen (Gallussäure bis zu 10^{-5} Mol und Tannin bis zu 10^{-3} Mol) das Austreiben der Samen und die Amylaseaktivität hemmen, während niedrigere Konzentrationen (bis zu 10^{-6} Mol bzw. 5, 10^{-6} g/l) sie fördernd beeinflussen. Die höheren Gerbstoffkonzentrationen bewirken nur eine geringfügige Behinderung des Längenwachstums der Koleoptylsektionen. Die Salicylsäure dagegen, sowie auch die verschiedenen Zimtsäureabkömmlinge, üben eine starke Hemmung auf das Wachstum der Koleoptylsektionen aus, und eine wachstumsstimulierende Wirkung ist selbst auch in hohen Verdünnungen nicht nachweisbar. Die erhaltenen Resultate stehen also im Einklang mit der biologischen Wirkung der Eluate aus den Chromatogrammstellen.

Diskussion

Die Ergebnisse unserer chromatographischen Untersuchungen der in der Haferspizze enthaltenen Hemmstoffe stimmen zum überwiegenden Teil mit den in der Literatur bisher veröffentlichten einschlägigen Angaben überein.

Als Komponenten des das Wachstum am stärksten hemmenden Fleckes (R_f 0,60—0,85) konnten Salicylsäure und ein näher noch nicht bestimmtes Zimtsäurederivat nachgewiesen werden. Zu erwähnen ist, dass die Lage dieses Inhibitorgebietes mit der von BENNET-CLARK und KEFFORD (3) mit-

geteilten hochwirksamen Hemmzone übereinstimmt, welche diese Autoren aus Bohnenwurzeln und *Aegopodium Rhizoma* isoliert hatten und deren wirksame Substanz bisher noch nicht identifiziert worden ist (β -Inhibitor). Diese Hemmungszone konnte seither mit der gleichen Methode auch an den Chromatogrammen von verschiedenen anderen Pflanzenteilen nachgewiesen werden (2, 29, 17). Es ist anzunehmen, dass in dieser β -Inhibitorzone der Haferspelze ausser den beiden obigen Verbindungen auch noch andere Stoffe an dem Hemmeffekt beteiligt sind, da an den die Ergebnisse veranschaulichenden Histogrammen die Hemmzone eine wesentlich breitere ist, als sie durch die erwähnten beiden Substanzen hervorgebracht werden kann.

Es gelang ferner, auch noch einige Inhibitoren geringeren Wirkungsgrades, wie z. B. p-oxy-Benzoesäure und p-Kumarsäure bzw. Ferulasäure in dem ätherischen Extrakt der Haferspelze zu identifizieren. BÖRNER (6, 7) hat im Laufe seiner papierchromatographischen Untersuchungen aus Getreidestroh und Getreidewurzelresten ebenfalls p-oxy-Benzoesäure, und daneben p-oxy-Zimtsäure nachweisen können, welche Stoffe stark hemmend auf das Wachstum der Keimpflanzenwurzeln von Weizen und Roggen einwirkten. Nach unseren Untersuchungen haben sich aber als Wachstumsinhibitoren die Salicylsäure und das noch nicht genau bestimmte Zimtsäurederivat als weit wirksamer erwiesen als diese Verbindungen.

Benzoesäure- und Zimtsäureabkömmlinge sind von anderen Autoren auch aus Säurefraktionen der ätherischen Extrakte anderer Pflanzenteile nachgewiesen worden. MASSART (20) teilte die Anwesenheit der erwähnten hemmenden Stoffe in Zuckerrüben, GRIFFITHS (15) aus der *Theobroma cacao* L. und VARGA (30) aus verschiedenen Fleischfrüchten mit. Die Tatsache, dass die oxy-Benzoesäuren und die oxy-Zimtsäuren in der letzten Zeit in immer mehreren und verschiedenere Pflanzenteilen nachgewiesen werden konnten, macht die allgemeine und weite Verbreitung dieser Stoffe in der Pflanzenwelt als natürliche Inhibitoren immer wahrscheinlicher. Diese Inhibitorengruppe hemmt den Untersuchungsergebnissen zufolge in physiologischen Konzentrationen in erster Linie das Wachstum; ihr keimungshemmender Effekt dürfte auf der Hemmung des embryonalen Wachstums beruhen.

Die im engeren Sinne genommenen keimungshemmenden Substanzen der Haferspelze, deren Wirkung in erster Linie auf das hydrolysierende Enzymsystem gerichtet ist, glauben wir in den Gerbstoffen angetroffen zu haben. Unter physiologischen Bedingungen müssen die Gerbstoffe nicht unbedingt hemmender Natur sein, sondern möglicherweise ist ihre Rolle eher die Wachstumsförderung.

Unsere Hypothese, dass die an dem Chromatogramm der Haferspelze beobachteten Gerbstoffe in erster Linie die Aktivität der hydrolysierenden Enzyme beeinflussen, wird auch durch die von AMMON und DIRSCHERL (1) mitgeteilte Tatsache bekräftigt, dass die Gallussäuresalze die Lipase zu aktivieren vermögen. Der amylasehemmende Effekt der Gerbstoffe ist auch von JENTYS (16), MYRBÄCK (21), OPARIN und KURSANOW (23), sowie von EHRENBURG (10) nachgewiesen worden. FRIEDRICH (13) dagegen hat in Gegenwart von Gerbstoffen eine Verminderung der Aktivität der β -Glukosidase festgestellt.

Die bei R_f 0,90—1,0 in Erscheinung tretende Hemmungswirkung ist dem Effekt ätherischer Öle zuzusprechen, was durch den R_f -Wert, den Chromatogrammpapier an dieser Stelle auftretenden Ölfleck, den ausdrücklich spürbaren Geruch erwiesen scheint. Diese Vermutung steht auch mit Angaben aus der Literatur im Einklang (30).

Zusammenfassung

1. Aus der sauren Fraktion der aus der Haferspелze gewonnenen ätherischen Extrakte konnten mittels eines mit Papierchromatographie verbundenen biologischen Testes wachstums- und keimungshemmende Substanzen nachgewiesen werden. Die Identifizierung der Hemmstoffe geschah mit Hilfe der in verschiedenen Solvenssystemen beobachteten R_f -Werte, Besprühung der Chromatogramme mit verschiedenen Reagenzien und auf Grund der UV-Fluoreszenzerscheinungen.

2. An der Strecke zwischen R_f 0,0 und 0,17 konnten in den Chromatogrammen Gerbstoffe nachgewiesen werden, welche die Streckung der Koleoptylsektionen in geringem, die Keimung der Haferkörner aber, sowie auch die Amylaseaktivität, in sehr bedeutendem Masse zu hemmen vermochten.

3. Bei R_f 0,25 fanden wir p-oxy-Benzoesäure und bei R_f 0,38 p-Kumarsäure bzw. Ferulasäure, welche hauptsächlich die Keimung der Testkörner hemmend beeinflussten.

4. Die zwischen den R_f -Werten 0,60 und 0,85 beobachtete Hemmungszone, welche die Längsstreckung der Koleoptylsektionen und das Wurzelwachstum, sowie die Keimung der *Amaranthus*- und *Sinapis*-Körner hemmte, hatte auf die Keimung der Haferkörner kaum einen Einfluss. Aus dieser Hemmungszone konnte Salicylsäure (R_f 0,65) und bei R_f 0,70 noch ein weiterer sehr aktiver Inhibitor nachgewiesen werden, bei dem es sich vermutlich um irgendein Zimtsäurederivat handelt.

Schrifttum

- (1) Ammon, R., und W. Dirscherl: Fermente, Hormone, Vitamine. Leipzig, (1948).
- (2) Audus, L. J., and R. Thresh: Ann. Bot., **20**, 339—459, (1956).
- (3) Bennet-Clark, T. A., and N. P. Kefford: Nature, **171**, 645, (1953).
- (4) Bentley, J. A., and S. Housley: Physiol. Plant., **7**, 405—419, (1954).
- (5) Block, R. J.—E. L. Durrum and G. Zweig: A manual of paper chromatography and paper electrophoresis. New-York, (1955).
- (6) Börner, H.: Naturwiss., **42**, 583, (1955).
- (7) Börner, H.: Naturwiss., **43**, 129, (1956).
- (8) Clarke, D. D., and F. F. Nord: c. f. Peach, K. and M. V. Tracey: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse **3**, 332—350, (1955).
- (9) Cramer, F.: Papierchromatographie. Weinheim, (1953).
- (10) Ehrenberg, M.: Biochem. Z., **325**, 102, (1954).
- (11) Elliot B. B., and A. C. Leopold: Physiol. Plant., **6**, 65—77, (1953).
- (12) Evenari, M.: Bot. Rev. **15**, 153—194, (1949).

- (13) *Friedrich, H.*: Biochemie der Kulturpflanzen. Berlin, (1956).
- (14) *Funke, H.*, und *Söding, H.*: *Planta*, **36**, 340–370, (1949).
- (15) *Griffiths, L. A.*: *Nature*, **180**, 286–287, (1957).
- (16) *Jentys, St.*: *Verh. Akad. Wiss. Krakau* (1893).
- (17) *Kefford, N. P.*: *Jour. Exp. Bot.*, **6**, 129–151 und 245–255, (1955).
- (18) *Larsen, P.*: c. f. *Peach, K.*, and *M. V. Tracey*: *Moderne Methoden der Pflanzenanalyse*. **3**, 565–625, (1955).
- (19) *Lederer, E.*, and *M. Lederer*: *Chromatography*. Amsterdam–Houston–London–New-York, (1954).
- (20) *Massart, L.*: *Biochimica*, **22**, 417–420, (1957).
- (21) *Myrbäck, K.*: *Hoppe Seyler's Z. physiol. Chem.*, **1**, 159, (1926).
- (22) *Niemann, E.*: *Flora*, **2**, 185–242, (1952).
- (23) *Oparin, A.*, und *A. Kursanov*: *Biochem. Z.*, **209**, 191, (1929).
- (24) *Schmidt, O. Th.*: c. f. *Peach, K.*–*M. V. Tracey*: *Moderne Methoden der Pflanzenanalyse*. **3**, 517–548, (1955).
- (25) *Schönbeck, F.*: *Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, **63**, 514–545, (1956).
- (26) *Stevens, G.*, and *F. F. Nord*: c. f. *Peach, K.*–*M. V. Tracey*: *Moderne Methoden der Pflanzenanalyse*. **3**, 392–427, (1955).
- (27) *Swain, T.*: *Biochem. Jour.*, **53**, 200–207, (1953).
- (28) *Varga, M.*, and *L. Ferenczy*: *Naturwiss.*, **44**, 398–399, (1957).
- (29) *Varga, M.*, and *L. Ferenczy*: *Acta Bot. Hung.* **3**, 111–121, (1957).
- (30) *Varga, M.*: *Acta Biol. Szeged.*, **3**, 225–232, (1957).
- (31) *Winter, A.*, und *F. Schönbeck*: *Naturwiss.*, **40**, 513, (1953).



DAS LEBEN DER TISZA

II. BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER ALGEN DER OBEREN TISZA

Von
M. SZABADOS

Aus dem Systematisch-Zoologischen Institut der Universität Szeged
Mitarbeiterin der Tisza-Forschungsgemeinschaft des Systematisch-Zoologischen
Institutes der Universität Szeged
(Eingegangen am 3. Juli 1957)

Seit dem Jahre 1935 beschäftige ich mich mit dem Studium der Algen der *Tisza* und habe seither die Mikroflora der Quellengegend, der oberen Gebirgsstrecke und des Abschnittes der *Tisza* bei Szeged sowie der Toten *Tisza* bei *Szentmihálytelek* während der Jahre 1936, 1938, 1940 und 1948 aufgearbeitet. Die Ergebnisse meiner seit 1950 auf der von Tokaj bis Szeged reichenden Strecke der *Tisza* vorgenommenen systematischen Untersuchungen sollen demnächst in einer zusammenfassenden Arbeit mitgeteilt werden.

Vorliegende Arbeit berichtet über die Ergebnisse der anlässlich der I. *Tisza*-Expedition im Juli 1956 angestellten algologischen Untersuchungen.

Als Mitglied der Expedition sammelte ich von *Tiszabecs* bis *Tiszafüred* von 9. Juli bis 12. Juli an den folgenden Orten:

Bei *Tiszabecs* und *Milota* aus der *Tisza*, bei *Tarpa* aus dem *Tur*-Kanal, zwischen *Mánd* und *Vásárosnamény* aus der *Tisza* und der *Szamos*, bei *Vásárosnamény*, *Tizakerecseny* und *Győröske* aus der *Tisza*, bei *Nagyhalászi* aus einem Inundationstümpel und einem toten Arm der *Tisza*, bei *Bodrogkeresztúr* aus der *Bodrog* und einem an deren linkem Ufer befindlichen Inundationstümpel, bei *Tokaj* aus der *Tisza*, der *Bodrog* und dem Flüschen *Kraszna*, bei *Tiszalök* aus der *Tisza*, unterhalb von *Tiszadob* aus der *Tisza* und *Sajó*, bei *Tiszapalkonya* und *Tizakeszi* aus der *Tisza* und schliesslich bei *Tiszafüred* aus einem Toten Arm der *Tisza*.

Die pflanzlichen Mikroorganismen bevölkern die einzelnen Flussstrecken in verschiedene Assoziationen, so die Planktorganismen der Wassermassen, die Bewohner der Oberflächenmembran, die Epiphyten der im Wasser liegenden Steine, Wasserfahrzeuge und Gebäudewände, die Bewohner des seichten Wassers der Uferzonen, des Schlammes und der Bodenoberfläche, der Inundationstümpel und Erdgruben und schliesslich die Lebewelt der toten Flussarme.

Die Niederlassung und Gestaltung der Assoziationen geschieht nach den ökologischen Gegebenheiten und den ökologischen Ansprüchen der Mitglieder. Derartige äusserst wichtige ökologische Gegebenheiten sind die Dynamik des Wassers, sowie auch Licht-, Temperatur- und chemische Verhältnisse.

Die für die Quellengegend, bzw. die Gebirgsstrecke der *Tisza* so charakteristischen ökologischen Faktoren haben eine ganz interessante Algenflora gesichert (1949). Auf der gegenwärtig untersuchten Strecke haben sich die ökologischen Faktoren anders gestaltet. Der Gebirgscharakter des Flusses hat aufgehört, die schnelle Strömung hat nachgelassen, Stromschnellen und Steinen sind aus dem Flussbett verschwunden, Breite und Tiefe des Bettes, und damit auch die Wasser-

menge, haben zugenommen. Diese Umstände haben es mit sich gebracht, dass im gebirgigen Abschnitt die gegenüber der grossen Treibkraft des Wassers schutzsuchenden Detritusbewohner und epiphytären Algenassoziationen immer mehr von Mitgliedern der Planktonalgen abgelöst wurden.

Die zunehmende Tiefe des Wassers brachte die vertikale Schichtung der das Licht ökonomisch ausnutzenden Arten mit sich.

Auch die durchschnittliche Temperatur des Wassers ist gestiegen. Gegenüber der relativ niedrigen sommerlichen Temperatur des Gebirgsabschnittes (10–15 °C) werden an der hier besprochenen Strecke durchschnittliche Sommertemperaturen von 18–20–25 °C gemessen. Dies hatte natürlich ein Vordringen der thermophilen Arten zufolge, was am deutlichsten aus der Vermehrung der in von Dämmen abgeschlossenen Gebieten und in den seichten Ufergewässern lebenden Mikroorganismen zum Ausdruck kommt.

Durch die Verunreinigung des Wassers: tierische Exkremente, Einströmen von chemischen und anderen Verunreinigungsstoffen wurde die massenhafte Vermehrung der saprobiontischen Arten ermöglicht.

Limnologische Verhältnisse der Sammelstellen

Während der Sammlung bei *Tiszabecs* am 9. Juli hat das nach vorangegangenen hohen Wasserstand im Rückgang begriffene Wasser gelber Farbe und war mit zahlreichen Schlammpartikeln durchsetzt. In den Morgenstunden betrug die Temperatur nur 15° C. Die Planktonsammlung war nur wenig erfolgreich.* An der Wasseroberfläche schwebten Eisenbakterienfäden (*Gallionella ferruginea*, *Leptothrix ochracea*) zwischen ihren eiseninkrustierten Fäden Schwefelbakterien) und *Beggiatoa minima*. Von den Bacillariophyten kamen zahlreichere Individuen von *Cymbella affinis*, *C. microcephala*, *Diatoma Balfouriana* und *Fragilaria intermedia* zur Beobachtung.

Flagellaten waren nur in sehr geringer Arten- und Individuenzahl vertreten: kamen ausschliesslich die farblosen *Anisonema acinus* und *Trachelomonas volvocina*-Zellen mit ihrer mittels Eisenoxihydrat goldgelb verfärbten Sshale zum Vorschein.

Bei *Milota* (Wassertemperatur 15,50° C) fand ich in dem stark strömenden Wasser neben *Beggiatoa*-fäden auch einige Bacillariophyten-Arten vor (*Cymbella ventricosa*, *Navicula exilissima*, *N. Microcephala*, *Pinnularia leptosoma* und *Synedra ulna*), während die Chlorophyten durch einige *Selenastrum*-Individuen vertreten waren.

Ebendort waren in einem mittels Steinwehr abgeschlossenen Wasserraum am rechten *Tisza*-Ufer, der gleichzeitig den Fischen als Laichstelle dient, reichlich Fischbrut zur Vermehrung gelangt. Hier war Wasser um 1° C wärmer als an den übrigen Stellen des Flusses. Die Verschmutztheit durch die Exkremente der hier badenden Enten wurde auch durch die Bakterienmembran und die Vermehrung der charakteristischen saprobiontischen Flagellatenarten angezeigt (*Astasia lagenula*, *Bodo globosus*, *B. celer*, *Cercobodo agilis*, *Mastigamoeba limax*, *M. invertens*). Von den Bacillariophyten konnten *Amphora delicatissima*, *Cymbella microcephala*, *Eunotia fallax* var. *gracillima*, *E. paludosa* und *Surirella linearis* gesammelt werden.

* Die Planktonsammlung geschah mit dem Planktonnetz bzw. mittels Filtrieren und Eindichten von je 100 l Wasser. Ein Teil des eingeholten Materials wurde in 1:9 verdünntem Formalin fixiert.

Auch die physiographischen und biologischen Verhältnisse der in die Tisza einmündenden Nebenflüsse sind überaus wichtig bei der Beurteilung der Frage, inwiefern sie mit ihrem Wasserertrag an der Gestaltung des limnologischen Charakters der Tisza teilnehmen. Bei dieser Sammeltour konnte natürlich nur die Untersuchung der limnologischen Verhältnisse der Mündungsabschnitte in Frage kommen.

Bei *Tarpa*, an der Mündung des *Tur*-Kanals, nahm ich Sammlungen unmittelbar vor der Schleuse vor, wo der Wasserniveauunterschied etwa 4 m beträgt (Wassertemperatur etwa 19° C.) Die Betonwände waren mit *Cladophora glomerata*- und *Cl. fracta*-Fäden überzogen. Aus dem Wasser, das — am Schleusenbalken gestaut — nur ganz langsam vorwärtsplätscherte, konnte ich folgende Algen sammeln: von den Bacillariophyten *Navicula exilissima*, *N. lucidula*, *Nitzschia communis*, *N. vermicularis* und *Surirella ovata* und von den Cyanophyten *Oscillatoria limosa* und *O. tenue*-Individuen, während die Flagellaten nur von einer einzigen Art, der *Bodo globosus* vertreten waren. Ebendort bildeten an dem steilen, wasserbespülten Ufer *Vaucheria geminata* und *V. sessilis* einen hellgrünen Belag. An anderen Stellen bildeten die eiseninkrustierten, zerbröckelten Hüllen und gallertigen Zotten der abgestorbenen *Leptothrix ochracea*-Fäden grosse braune Flecken und Ausbisse.

In der Nähe von *Vásárosnamény* wurden Planktonuntersuchungen an der Mündung der *Szamos* vorgenommen. Das Wasser war von den aufgewühlten Schlammteilchen gelblichtrüb (Temp. 20° C). Das Ergebnis war äusserst gering. Von den Flagellaten waren nur 2 Arten mit geringer Individuenzahl vertreten: *Bodo globosus* und *B. celer*. Von den Cyanophyten fanden sich *Spirulina minor* und von den Bacillariophyten *Diatoma vulgare* var. *capitulaca*, *Navicula lucidula*, *Nitzschia ignorata* und *N. vermicularis*.

Dem kleinen Flüsschen *Kraszna* wurden Planktonproben (Wassertemp. 21° C) nahe der Brücke unmittelbar neben einem Müllablageplatz entnommen. Hier waren sehr zahlreiche *Beggiatoa minima*-Fäden und Gonidien und von den Flagellaten die saprobionten Arten: *Bodo minimus*, *B. fusiformis*, *Menoidium pellucidum*, *Pleuromonas jaculans*, *Rhynchomonas nasuta*; ferner von den Bacillariophyten *Synedra affinis* und einige Individuen von *Nitzschia vermicularis* vorhanden.

Bei *Vásárosnamény* setzt die Tisza ihren Lauf in einem breiten Bette fort (Sammlung am 10. Juli). Die nahe des Ufers vorgenommene Sammlung (Temp. des Wassers 18,4° C) ergab im Planktonen eine reiche Bacillariophytenvegetation: hier fanden sich Individuen der folgenden Arten: *Achnanthes affinis*, *Ceratoneis arcus*, *Cymbella lanceolata*, *Cymatopleura solea* und var. *apiculata*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria virescens*, *Gyrosigma Kützingii*, *Navicula exilissima*, *N. lucidula*, *Nitzschia communis*, *Synedra tenera* und *Tabellaria fenestrata*. Von den Flagellaten erschienen einige *Bodo globosus*-Individuen.

Das Inundationsgebiet war an der Sammelstelle ziemlich breit. In dem von den Exkrementen der Wasservögel verunreinigten seichten Wasser hatten sich zwischen dem pflanzlichen Detritus kleine Biotope herausgebildet, die ausser *Leptothrix ochracea*-Fäden einige saprobionte Euglenophyten-Arten enthielten (*Euglena viridis*, *E. sociabilis*, *Trachelomonas volvocina*). Auf dem feuchten Boden bildeten die Geflechte von *Vaucheria terrestris* watteartige Überzüge, während am Wasserrande *Cladophora fracta*-Flechten auf den Wellen schaukelten.

Die nächste Sammlung wurde bei der Fähre von *Tizsakerecseny* vorgenommen (Wassertemp. 18,4° C). Aus dem mit Schlamm und Pflanzenresten erfüllten Wasser kamen einige Bacillariophyten-Arten zum Vorschein *Navicula exilissima*, *N. exigua*, *Diatoma vulgare*), während die Flagellaten durch *Astasia lagenula*, *Bodopsis alternans* und *Cercobodo radiatus* vertreten waren.

Hinter *Záhony* wurden Planktonproben bei der Gemeinde *Győröske* entnommen (Wassertemp. 18,8° C). Nach dem Abfiltrieren der an der Oberfläche angesammelten Pflanzenreste (Zweigteile, Kerne von Blütenpflanzen, Blätter usw.) kam ich zu folgendem Ergebnis. Die Bacillariophyten waren durch *Cymbella microcephala*, *Gyrosigma Kützingii*, *Diatoma elongatum* und var. *tenue*, *Navicula longirostris*, *Synedra ulna*, die Cyanophyten durch *Oscillatoria tenue*, *O. planctonica* und die Flagellaten-Arten durch *Astasia lagenula*, *Bodo globosus*, *B. curvifilius* und *B. fusiformis* vertreten. Auffallend schöne *Antophysa vegetans* Kolonien fanden sich in der Oberflächenmembran. Der Stielanteil der Kolonie war eiseninkrustiert und braun verfärbt, der basale Teil haftete an einem Schlammkörnchen. Die Zellen sassen in Köpfchen an den Enden der Äste der reichverzweigten Kolonie. Während der mikroskopischen Beobachtung lösten sie sich schön langsam von der Kolonie ab und gingen im Wasser in verschiedener Richtung auseinander. Ich fand sehr zahlreich verzweigte Siedlungsanteile, von denen die Zellen fehlten.

Besonders erwähnenswert ist der am linken *Tisza*-ufer sich befindende etwa 7 m breite, hufeisenförmige Tote Arm bei *Tiszatelek* in der Nähe der Fischersiedlung *Nagyhalászi* mit seinen Rohr- und Schilfbewachsenen Randgebieten, in dessen Wasserraum die Individuen von Bacillariophyten-Arten zur Vermehrung gelangt waren und einen braunen flockigen Belag bildeten. Die Hauptmasse der in den Kleinbiotopen entstandenen »Wasserblüten« machten die Individuen der *Amphora delicatissima*, *Navicula exigua*, *N. exilissima*, *Cymbella microcephala*, *Diatoma elongatum* und var. *minor*, *Diatoma vulgare*, *Rhiscophenia curvata*, *Synedra nana*, und *S. tenera*-Arten aus. Von den Cyanophyten fanden sich *Lyngbia Lagerheimii*, *Oscillatoria Agardhii* und *O. tenue*. Ausserdem bevölkerten farblose Flagellaten und Euglenophyten den Wasserraum (*Antophysa vegetans*, *Astasia lagenula*, *Monas sociabilis*, *Euglena gracilis*, *E. spirogyra*, *E. tripteris* und *Trachelomonas volvocina*).

Ebenfalls hier, auf dem Hofe des Fischergehöftes, fanden sich in dem in kaum einen Fuss tiefen, von Bäumen beschatteten Vertiefungen angesammelten Wasser, welches auch als Geflügetränke diente *Euglena acus*, *E. granulata*, *E. proxima*, *E. tripteris*, *E. viridis*, *Phacus caudata*, *Trachelomonas oblonga*, *Tr. planctonica*, sowie *Trachelomonas volvocina*, die eine grüne »Wasserblüte« entstehen gelassen haben.

Bei *Tokaj* wurden die Planktonproben aus den Oberflächenschichten der *Tisza* in unmittelbarer Nähe des Ufers entnommen, wo sich reichlich Pflanzenreste angesammelt hatten, die gewöhnlich ein gutes Biotop für die farblosen Flagellaten bilden. Die mikroskopische Untersuchung überzeugte davon, dass die Individuen der in der Zersetzung der Zellulose beteiligten Arten die in Verwesung begriffenen Pflanzenfasern in unzähliger Menge bedeckten, darunter vorwiegend *Bodo amoebinus*, *B. celer*, *B. minimus*, *B. triangularis*, *Mastigamoeba invertens* und *Rhynchomonas nasuta*-Individuen, während im Plankton

die Bacilliarophytenarten *Navicula exigua*, *N. exillissima* und *Gyrosigma Kütz- ingii* vertreten waren.

Auf der *Bodrog* schifften wir am 12. Juli von *Tokaj* bis *Bodrogkeresztúr* aufwärts. In dem aus etwa 1 m Tiefe geschöpften Wasser (Temp.: 21,3° C) fanden sich dichte *Cladophora glomerata*-Zotten, zwischen denen Individuen einiger Flagellaten- und Euglenophytenarten lebten (*Bodo globosus*, *Euglena proxima*, *E. viridis* und *Phacus oscillans*). Die Bacillariophyten waren durch *Diatoma Balfouriana*, *Navicula exigua* und *N. exillissima* vertreten.

In dem Wasser der etwa Handteller-grossen Biotope, die sich in der etwa 200 m² grossen Inundationsgrube am linken Ufer der *Bodrog* herausgebildet hatten, lebten zwischen den Stengeln der Wasserpflanzen (*Sagittaria sagittifolia*) zahlreiche Mikroorganismen, die an vielen Stellen das Wasser verfärbten (Temperatur des Wasser 20° C, und der Luft 24,8° C). So war an einer Stelle die bräunliche Verfärbung von Wasser und Detritus durch die zahlreiche Bevölkerung mit Bacillariophyten verursacht) *Amphora commutata*, *A. delicatissima*, *Bacillaria paradoxa*, *Cocconeis Hustedtii*, *Cymbella microcephala*, *C. affinis*, *Cymatopleura solea*, *Diatoma elongatum* var. *minor*, *Diatoma vulgare*, *Epithemia intermedia*, *Fragilaria virescens*, *Gonphonema acuminatum* var. *trigonocephalum*, *Gyrosigma Wansbeckii*, *Melosira varians*, *Navicula lucidula*, *N. exillissima*, *N. vitrea*, *Nietzschia acicularis*, *N. commutata*, *N. communis*, *N. vermicularis*, *Rhoicosphaenia curvata*, *Surirella margaritacea*, *Srobusta* var. *splendida*, *Synedra acus* var. *angustissima*, *S. nana*, *S. tenera*, *S. ulna* und *Tabellaria virescens*. An der Wasserblüte waren auch zahlreiche Individuen der Chlorophytenarten *Scenedesmus dispar*, *Sc. longicauda* und von den Cyanophyten *Anabaena constricta*, *Lyngbia Lagerheimii*, *Oscillatoria Agardhii*, *O. tenue* usw. beteiligt. Auch Flagellaten und Euglenophytenarten waren in ansehnlicher Zahl vertreten. Es erschienen Kolonien von *Antophysa vegetans*, *Astasia lagunula*, *Euglena Ehrenbergii*, *E. gracilis*, *E. tripteris*, *E. viridis*, *Trachelomonas oblonga*, *Tr. granulosa*, *Tr. planctonica*. Von den Conjugatophyceen traten die graziösen Individuen von *Closterium acerosum*, *Cl. lanceolata*, *Cl. gracile* var. *elongatum*, *Cosmarium cymatopleurum*, *C. undulatus* var. *minutum* und *Pleurotaenium trabecula* in Erscheinung. Zwischen den Rohr- und Schilfstielen bildeten *Cladophora glomerata*-, *Cylindrocapsa geminella* var. *minor*-, *Oedogonium sociale*- und *Microspora quadrata*-Fäden stellenweise ein schütteres Gefüge.

Bei *Tiszalök* habe ich Planktonproben an drei verschiedenen Stellen entnommen, und zwar 1. ungefähr 300 m vor dem Staudamm, 2. in unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes und 3. unterhalb des Kraftwerkes bei *Tiszaáda*. Hier suchte ich vor allem festzustellen, in welchem Ausmasse die Stauung des Wassers und sein Verweilen in der Nähe des Kraftwerkes das Erscheinen der Planktonorganismen beeinflusst.

1. 300 m vor dem Kraftwerk, am linken Ufer der *Tisza* schaukelten auf dem Wasser (bei 20° Wasser- und 26° C Lufttemperatur) des steinigen Uferlandes *Oedogonium sociale*- und *Cladophora glomerata*-Zotten, zwischen denen ausser einigen Flagellaten-Arten (*Antophysa vegetans*, *Bodo curvifilis*, *B. celer*) Bacillariophytenarten (*Bacillaria paradoxa*, *Diatoma elongatum* var. *minor*, *Navicula vitrea*, *N. exigua*, *Fragilaria construens* und *Synedra ulna*) das Wasser bevölkerten.

2. In unmittelbarer Nähe des Staudammes, zwischen Gebäude und Ufer, wo sich ein geschlossener und im wesentlichen schwach strömender Wasser- raum gebildet hatte, fanden sich die von den vom Winde verursachten Wellen hierhergetriebenen Pflanzenreste, Leichen der »Theisslute« (*Palingenia longi- cauda*), abgestreifte Larvenhäute und andere tierische Abfälle, Fischleichen usw. In dem so saturiert gewordenen Wasser fanden zahlreiche saprobionte Organismen einen ausgezeichneten Lebensraum, darunter *Anisonema acinus*, *Antophysa vegetans*, *Astasia langemula*, *Bodo celer*, *Cercobodo longicauda*, *C. ovatus*, *Mastigamoeba limax*, *Menoidium incurvum*, *Monas vivipara*, *M. socia- bilis*, *Oicomonas termo* und *Tetramitus rostratus* sowie auch verschiedene Cili- atenarten. An der Wasseroberfläche hatte sich eine Bakterien-Membran aus *Gallionella ferruginea*, *Leptothrix ochracea* und *Beggiatoa minima* herausge- bildet.

3. Bei der nächsten Sammlung unterhalb des Staudammes nahe der Ge- meinde Tiszalök kamen im Plankton des 20,5° warmen Wassers *Antophysa vegetans*-Kolonien und zellfreie Stielfragmente, sowie *Bodo celer*-Individuen und einige Bacillarophytenmitglieder (*Diatoma vulgare*, *Fragilaria virescens*, *N. exigua*, *Gyrosigma Kützingii* und *Synedra ulna*) zum Vorschein.

Das Wasser des Sajó bei seiner Mündung (unterhalb von Tiszadob) war dunkelbräunlich verfärbt, trüb und übelriechend, mit einer Temperatur von 20,5° C (Sammlung am 13. Juli). Die durch die am unteren Flusslauf einströ- menden Abwässer bedingte hochgradige Verunreinigung hat auch den hier lebenden pflanzenlichen Mikroorganismen ihren Stempel aufgedrückt. Der Am- moniakgehalt des Wassers wird auch durch die folgenden gesammelten Arten angedeutet: Von den Cyanophyten fanden sich *Phormidium autumnale* und von den Flagellaten und Euglenophyten *Astasia lagenula*, *Mastigamoeba limax*, *Euglena granulata*, *E. viridis*, *Phacus caudata*, *Trachelomonas volvocina* und ferner *Cryptomonas erosa* und *Cr. ovata*. Die Chlorophyten waren durch *Eudo- rina elegans* und *Pandorina morum* vertreten, deren Kolonien die verschieden- sten Entwicklungsstadien aufwiesen. Bacillarophyten kamen in geringer Arten- zahl vor (*Diatoma elongatum* var. *minor*, *Fragilaria virescens*, *Navicula exigua*, *N. exilissima* und *Synedra nana*). Ausser der erwähnten Arten war das Wasser von verschiedenen Ciliatenarten und tierischen Eiern bevölkert.

Bei Tiszapalkonya und Tiszakeszi (Wassertemperatur 26° C) konnten im Plankton nur wenige Exemplare von *Beggiatoa minima*, *Bodo celer*, *Diatoma elongatum*, *D. vulgare*, *Fragilaria construens* und *Nietzschia communis* nach- gewiesen werden.

Besonders hervorzuheben ist der am Steuer unseres Schiffes niedergelas- sene dicke Überzug aus *Cladophora glomerata*-, *Spirogyra Weberi*- und *Sp. varians*-Fäden, der als mehrere dem länger Haarzopf von der Strömung vor- wärts getrieben wurde.

Bei Tiszafüred, der Endstation unserer Sammelreise, haben wir einen To- ten Tisza-Abschnitt untersucht, der als feucht-mooriges Gebiet eine sehr reiche Moorvegetation aufwies. Der mit weissen Feenrosen (*Nimphaea alba*) bedeckte Wasserspiegel war stellenweise mit einer braunen Membran aus *Beggiatoa mi- nima*- und *Leptothrix ochracea*-Populationen bedeckt, während an anderen Stellen einige Flagellatenarten (*Bodo celer*, *B. curvifilus*) und von den Eugleno-

phyten *Euglena Ehrenbergii*, *E. gracilis*, *Trachelononas volvocina* und *Tr. oblonga* und von den Bacillariophyten *Amphora ovalis* var. *pediculus*, *Cymetopleura solea*, *Diatoma vulgare*, *Eunotia trinacria* var. *undulata*, *Fragilaria intermedia*, *Pinnularia Braunii*, *P. pulchra*, *P. undulata* und *Synedra tenera* eine Wasserfärbung verursachten. Von den Cyanophyten waren *Oscillatoria limnetica*- und von den Chlorophyten, bzw. deren Volvocales-Gruppe schöne *Eudorina elegans*- und *Pandorina morum*-Kolonien anwesend. In ansehnlicher Zahl waren Conjugatophyceen — als mooranzeigende Gruppe — anzutreffen, darunter auch die anmutigen Individuen der *Cosmarium margaritifera*-, *C. cymatopleura*-, *Closterium Venus*-, *Cl. acerosum*- und *Cl. lanceolatum*-Arten.

In dem der Sodaerde zustrebenden Teile des Moores, der auch als Gänse- teich benutzt wird, waren ausser *Anabaena constricta*- und *Microcystis aeruginosa*-Individuen auch die auf die Saturiertheit des Wassers hindeutenden Flagellaten-arten *Astasia langenuia*, *Bodo globosus*, *B. lens*, *Mastigamoeba limax*, *Menoidium incurvum*, *Pleuromonas jaculans* und *Rhynchomonas nasuta* verbreitet. Erwähnenswert ist ferner die grosse Cilienzahl.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die in der Tisza — auf der Strecke von Tiszabecs bis Tiszafüred — vorgenommenen algologischen Untersuchungen können als erfolgreich angesprochen werden.

1. Wie aus der zusammenfassenden Tabelle hervorgeht, konnten insgesamt 138 Arten und 4 Varietäten nachgewiesen werden, die den folgenden systematologischen Gruppen angehören:

Bakterien	3	Arten
Cyanophyten	11	"
Monadophyten	28	"
Euglenophyten	15	"
Bacillariophyten	58	" + 4 Varietäten
Chlorophyten	23	"

2. In der grössten Artenzahl sind die Bacillariophyten vertreten, deren Mitglieder in erster Linie im Plankton der Tisza aufzufinden sind. Es kommen unter ihnen auch die für die eutrophen Gegenden der Gebirgswelt charakteristischen Arten (*Gonphonema*-, *Cymbella*- und *Nacicula*-Arten!) vor, welche die von den Bergen herunterstürzenden Wassermassen mit sich gerissen haben, ihre auffallend geringe Individuenzahl aber beweist, dass diese Flussstrecke nicht ihren wahren Lebensraum darstellt. Die ubiquisten Bacillariaceen-Arten bevölkern die sich leicht durchwärmenden Gewässer der Inundationsgebiete, Erdgruben und Toten Tisza-Arme dermassen, dass sie mit ihrem massenhaften Auftreten die uferlichen Biotope auf mehr oder minder grossen Flecken braun färben.

3. Die zweite Gruppe, die durch zahlreiche Arten vertreten war, ist die Gruppe der Monadophyten (Flagellaten!), die ebenfalls Planktonbewohner sind. Die Mehrzahl dieser farblosen Flagellatenarten gedeiht in den oberen Wasserschichten, hauptsächlich an der Pflanzenüberresten (Reste von Zweigen, Blättern und Früchten) gebildeten Biotopen und die Individuen an den in Verwesung begriffenen Pflanzenfasern oft in unglaublicher Menge wimmeln.

Einen günstigen Lebensraum bilden ferner auch die durch Steindämme oder Schleusen verschlossenen Wasserräume (*Milota*, *Tiszalök*), wo sie in dem von tierischen Leichen und Exkrementen saturierten, bakterienreichen Wasser reichlich Nahrung fanden.

4. Die Euglenophyten sind hauptsächlich in dem sich leicht erwärmenden Wasser von Inundationsgebieten, Erdgruben und Toten Flussarmen anzutreffen und

erreichen in solchen kleinen Biotopen eine derart hochgradige Vermehrung, dass es zur grünen Wasserblüte kommt.

5. Die Mitglieder der Chlorophytengruppe leben teils in den Ufergewässern der Tisza, in Inundationstümpeln, feuchtem Boden oder an im Wasser liegenden Steinen bzw. Wasserfahrzeugen haftend (*Spirogyra*-, *Cladophora*-, *Vaucheria*-Arten), teils sind sie Bewohner der moorigen Wässer der Toten Arme (Desmidiaceen!), wie z. B. in dem am linken Bodrog-Ufer gelegenen Sumpf und dem Toten Tisza-Arm bei Tiszafüred!

6. Auffallend gering ist die Zahl der Cyanophyten-Arten. Im Plankton der Tisza gelangten insgesamt nur zwei Arten zur Beobachtung. Gewöhnlich leben sie in den natronhaltigen Biotopen der Toten Arme und in den Inundationstümpeln.

7. Die Algen der Tisza haben im allgemeinen Flusswassercharakter und treten mit relativ grossen Arten- und geringen Individuenzahlen hervor.

8. Im Plankton der Tisza leben vorwiegend mesosaprobionte Arten, während sich unter den Bewohnern der Inundationsareale und Erdgruben auch zahlreiche oligo- und polysaprobionte Organismen befinden.

9. Aus dieser oberen Strecke des Flusses fehlen die für die Gebirgsläufe so charakteristischen Algenassoziationen (*Chaetophorales*).

10. Die Algen der Toten Arme, Erdgruben und Inundationsgewässer treten — entsprechend den günstigen ökologischen Verhältnissen — in geringer Arten- und reicher Individuenzahl hervor.

11. Beachtenswert ist auch, dass die in die Tisza einmündenden Nebenflüsse mit ihrem Wassertrag und mit ihrem oft abweichenden limnologischen Charakter (siehe Sajó!) weitgehend zur Ausgestaltung des limnobiologischen Charakters des Flusses beitragen.

12. Ökologisch gesehen besteht kein Zweifel darüber, dass in den Gewässern der Tisza, der ihr zugehörigen Inundationsgebiete, Erdgruben und Toten Arme — entsprechend den dort herausgebildeten Lebensumständen — mehr oder weniger umgrenzte Biocoenosen entstanden sind, was aber nicht ausschliesst, dass manche ubiquistische Arten in sämtlichen Biocoenosen in kleinerer oder grösserer Zahl beteiligt sind.

Tafelerklärung

1 a. und 1 b. *Anisonema acinus* 2 a. *Anthophysa vegetans*-Kolonie b. Teil einer *Anthophysa vegetans*-Kolonie c. Von der Kolonie sich loslösende und miteinander durch Gallertfäden verbindene *Anthophysa vegetans*-Zellen 3. *Oscillatoria limosa* 4. *Tracholomonas volvocina* 5. *Bodo globosus* 6. *Bodo triangularis* 7. *Bodo fusiformis* 8. a—a. verschiedene Zellformen von *Oicomonas termo* 9. *Euglena Ehrenbergii* 10. a *Monas sociabilis*-Kolonie b von der Kolonie abwandernde Zelle 11. *Closterium Venus* 12. *Ceratoneis arcus* 13. *Cymbella microcephala*.

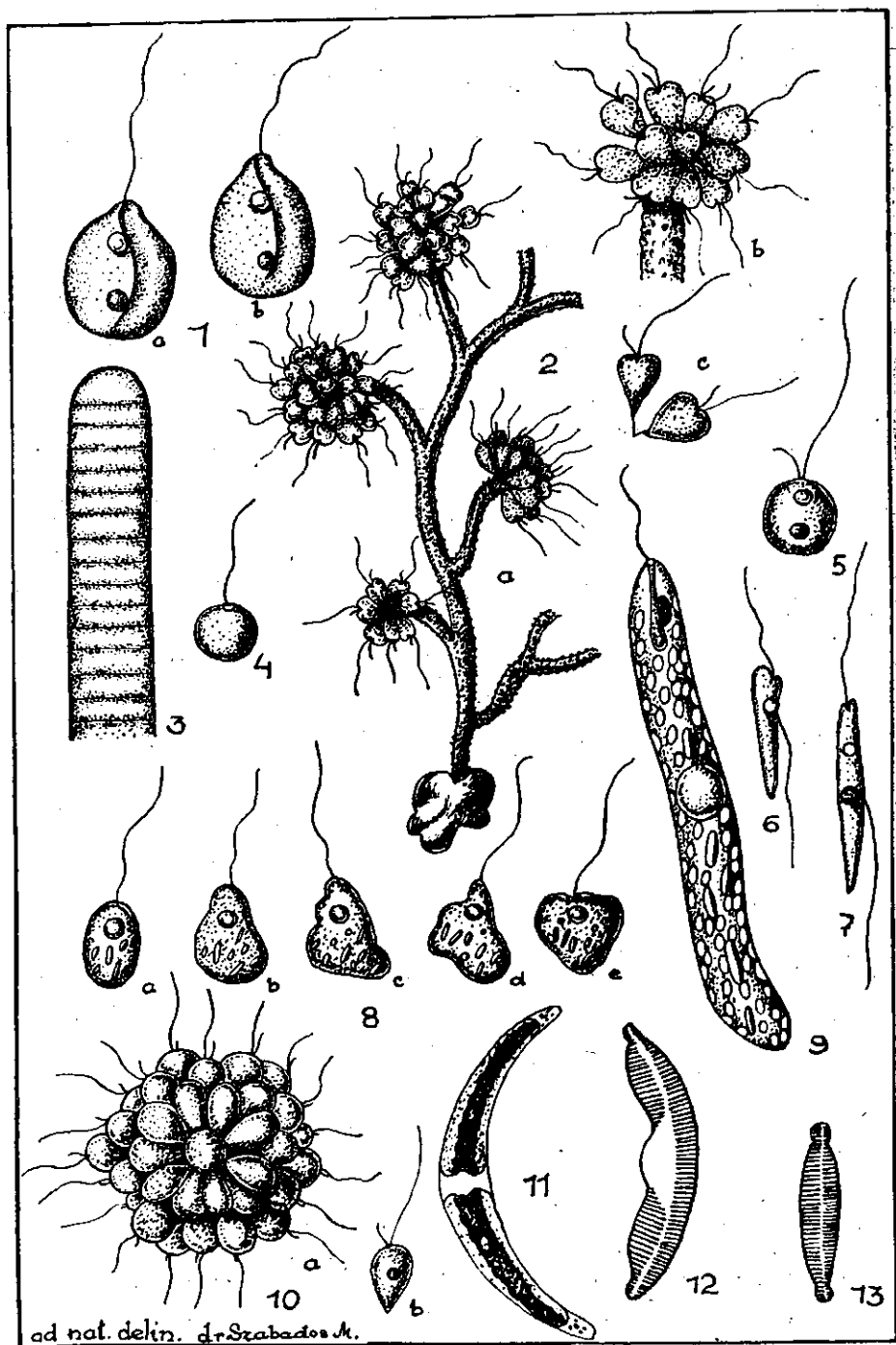


Tabelle I.

Die Algen der Oberen Theiss

ARTEN	Tisza								Mündung der Nebenflüsse					Tiszaflut	
	Plankton	Oberflächen- membran	Ufer, Steine, Wasserfahrende Wasser am Ufer	Durch Dämme abgeschlossener Wasserraum	Inundationsgebiet, Erdgruben	Tote Arme	Tur-Kanal		Szamos	Kraszna	Plankton	Inundations- gebiet	Sajo	Mooregend	Soda-Erde
Bacteria:															
1. Beggiatoa minima	+	w	+	+	+					+				+	
2. Gallionella ferruginea	+	w	+	+	w			z						+	
3. Leptothrix ochracea	+	w	+	+	+									+	
Cyanophyta:															
1. Anabaena constricta															
2. Lyngbia Lagerheimii												+			z
3. Microcystis aeruginosa												+			z
4. Oscillatoria Agardhii												+			
5. Oscillatoria Lauterbornii												+		+	
6. Oscillatoria limnetica															
7. Oscillatoria limosa															
8. Oscillatoria planctonica	+	w						+						+	
9. Oscillatoria tenuis	+	w													
10. Phormidium autumnale								+				+			
11. Spirulina major								+						+	

[illegible]

A R T E N	Tisza						Mündung der Nebenflüsse							
	Plankton	Oberflächen- membran	Ufer, Steine, Wasserfahrzeuge	Durch Dämme abgeschlossener Wasserraum	Inundationsgebiet, Erdgruben	Tote Arme	Tur-Kanal	Szamos	Kraszna	Bodrog		Sajo	Tiszafüred	
										Plankton	Inundations- gebiet		Moorgegend	Soda-Erde
23. Monas sociabilis	+			+		+								+
24. Monas vivipara	+			+										+
25. Oicomonas termo	+			+										+
26. Pleuromonas jaculans									+					
27. Rhynchomonas nasuta	+								+					+
28. Tetramytilus rostratus	+			+					+					+
Euglenophyta:														
1. Euglena acus													m	
2. Euglena Ehrenbergii					+	wb					+		+	
3. Euglena gracilis														
4. Euglena granulata														
5. Euglena proxima					+	Wb					+		+	
6. Euglena sociabilis					+	Wb								
7. Euglena spirogyra					+	Wb					+			
8. Euglena tripteris														
9. Euglena viridis					+	Wb					+		+	
10. Phacus caudata					+	w					+			
11. Phacus oscillans													+	

12. Trachelomonas granulosa		+ wb			+ m
13. Trachelomonas oblonga		+ wb			+ m
14. Trachelomonas planktonica		+ wb			+ m
15. Trachelomonas volvocina	+ w				+ m
Chrysophyta:					
(Bacillariophyceae)					
1. Achnanthes affinis	+ m				
2. Amphora commutata					
3. Amphora ovalis var. pediculus					+ m
4. Amphora delicatissima	+ w	+ m	+ wb		+ m
5. Bacillaria paradoxa	+ w				+ m
6. Ceratoneis arcus	+ m				+ m
7. Coconeis Hustedii					+ m
8. Cymbella affinis	+ m				+ m
9. Cymbella lanceolata	+ m				+ m
10. Cymbella microcephala	+ w	+ m	+ wb		+ m
11. Cymbella ventricosa	+ w				+ m
12. Cymetopleura solea	+ z				
13. C. solea var. apiculata	+ z				
14. Diatoma Balfouriana	+ m				
15. Diatoma elongatum	+ w		+ m		
16. D. elongatum var. minor	+ w		+ wb		+ wb
17. var. tenuis	+ w				+ w

A R T E N	Tisza						Mündung der Nebenflüsse							
	Plankton	Oberflächen- membran	Ufer, Steine, Wasserfahrzeuge	Durch Dämme abgeschlossener Wasserraum	Inundationsgebiet, Erdgruben	Tote Arme	Tur-Kanal	Szamos	Kraszna	Bodrog		Sajo	Tiszafüred	
										Plankton	Inundations- gebiet		Moorregend	Soda-Erde
18. <i>Diatoma vulgare</i>	+					+	+	+			+		+	
19. <i>D. vulgare</i> var. <i>capitulata</i>														
20. <i>Epithemia intermedia</i>											+			
21. <i>Eunotia fallax</i> var. <i>gracillima</i>				+							+			
22. <i>Eunotia paludosa</i>				+							+			
23. <i>Eunotia trinacria</i> var. <i>undulata</i>														
24. <i>Fragilaria brevistriata</i>	+													
25. <i>Fragilaria construens</i>	+													
26. <i>Fragilaria intermedia</i>	+													
27. <i>Fragilaria virescens</i>	+										+	+		
28. <i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>trigonocephala</i>											+			
29. <i>Gyrosigma Kützingii</i>	+										+			
30. <i>Gyrosigma Wansbeckii</i>											+			
31. <i>Melosira varians</i>														
32. <i>Navicula exigua</i>	+					+	+				+	+		
33. <i>Navicula exilissima</i>	+					+					+			
34. <i>Navicula longirostris</i>	+							+						

[illegible]

11. <i>Vaucheria geminata</i>	+ z	m	+ m	+ m
12. <i>Vaucheria sessilis</i>	+ m			
13. <i>Vaucheria terrestris</i>	+ m			
14. <i>Eudorina elegans</i>	+ m			
15. <i>Pandorina morum</i>				
16. <i>Closterium acerosum</i>				
17. <i>Cl. gracile</i> var. <i>elongatum</i>				
18. <i>Closterium lanceolatum</i>				
19. <i>Closterium Venus</i>				
20. <i>Cosmarium cymatopleurum</i>				
21. <i>Cosmarium margaritiferum</i>				
22. <i>C. undulatum</i> Corda var. <i>minutum</i>				
23. <i>Pleurotaenium Trabecula</i>				

Die Zeichenerklärung: wenig = w

mehr = m

zahlreich = **z**

sehr zahlreich = 8 z

Wasserblüte = wb

Schrifttum

- (1) O. Borge und A. Pascher: Zygnemales. In Paschers »Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz'. H. 9. Jena (1913).
- (2) Mary Gojdics: The Genus *Euglena*. Madison (1953).
- (3) Pierre, P. Grassé: Traité de Zoologie. Phylogénie Protozoaires: Généralités Flagellés. Paris, (1952).
- (4) W. Heering: Chlorophyceae. 3. Ulotrichales, Microsporales, Oedogoniales. In Paschers »Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz«. Jena (1914.)
- (5) F. Hustedt: Bacillariophyta (Diatomae). In Paschers »Die Süßwasserflora Mitteleuropas«. H. 10. Jena (1930.)
- (6) E. Lemmermann: Algen. I. Schizophyceen, Flagellaten, Peridineen. In »Cryptogamenflora der Mark-Brandenburg«. Leipzig, (1910).
- (7) H. Pestalozzi: Das Phytoplankton der Binnengewässer, 4.: Eugleninen. Stuttgart. (1955).
- (8) E. G. Prigsheim: Contributions towards a Monograph of the Genus *Euglena*. Nova Acta Leopoldina Bd. 18. Leipzig. (1956.)
- (9) M. Szabados: Bot. Közl. 38, 48—55 (1940).
- (10) M. Szabados: Bot. Közl. 36, 109—119, (1938).
- (11) M. Szabados: Acta Bot. 4, 35—53, (1949).

DAS LEBEN DER TISZA

III. THOREA RAMOSISSIMA BORY (RHODOPHYTA) AUS DER TISZA

(Vorläufige Mitteilung)

Von

G. UHERKOVICH

Botanisches Institut der Universität Szeged,

(Mitarbeiter der Tisza-Forschungsgemeinschaft des Systematisch-Zoologischen
Institutes der Universität Szeged)

(Eingegangen am 25. September, 1957)

Am 8. September fand ich in *Szeged* an dem Schwimmbalken eines Bootshauses auf der *Tisza* mehrere haftende Exemplare der *Thorea ramosissima* Bory. (Später habe ich diese Art auch anderwertig in der *Tisza* bei *Szeged* in grosser Individuenzahl angetroffen.)

Die *Thorea* gehört in die Reihe der ausschliesslich in Süsswassern lebenden Rotalgen-Gattungen. (Solche sind in Europa noch die Gattungen *Batrachospermum*, *Lemanea* und *Sirodotia*.) Die *Thorea ramosissima* Bory lebt vorwiegend in fliessenden Gewässern und man hält ihr Vorkommen für sporadisch. Sie wurde z. B. aus dem Rhein, dem Neckar (LAUTERBORN, 6) und aus einigen Orten Tirols (SCHILLER, 11), aus dem Müggelsee bei Berlin (MAGNUS, 7), aus der Save bei Beograd-Zemun und Slavonski Brod (KLAS, 5), aus einem Bache bei Sv. Jana in Jugoslawien (VOUK, 15), sowie aus Florida, Illinois, Nebraska und Texas (SMITH, 14), ferner u. a. aus Japan (ARASAKI, 1) gemeldet. Sie scheint keinen häufigen Algenorganismus darzustellen, wenn auch kein Zweifel besteht, dass sie bis zu einem gewissen Grade eine »verborgene Lebensweise« führt (siehe weiter unten) und dem Sammler nicht leicht zu Gesichte kommt. In Ungarn wurde die *Thorea ramosissima* zum erstenmal von I. KÖRÉN in der *Körös* bei *Szarvas* im Jahre 1878 gesammelt (vergl. FILARSZKY, 2), ferner wurde sie in der Nähe von *Budapest* bei *Aquincum* in einem thermalwasserführenden Graben angetroffen (FILARSZKY, 2).

Ich fand die *Thorea* in der *Tisza* unterhalb der an der Wasseroberfläche angesiedelten *Cladophora*-Vegetation, haftend in etwa 10–30 cm Tiefe. Somit lebt sie in der *Tisza* relativ nahe der Wasseroberfläche. In Flüssen mit durchsichtigem Wasser hält sie sich nach den Literaturangaben in viel grösseren Tiefen auf (2–3 m); in weniger durchscheinendem Wasser findet sie offenbar ihr Lichtoptimum in einer seichteren Tiefe. Der lange dunkelgrau-grüne, an eine Schnur erinnernde Organismus befindet sich in steter geisselartiger Bewegung, wobei bald ein grösserer Teil des Fadens an die Wasseroberfläche gelangt und sichtbar wird, bald aber tiefer ins Wasser hinabschwenkt bzw. unter den Schwimmbalken gerät und so dem Auge des Beobachters entgeht. Meine diesbezügliche Beobachtung steht im Einklang mit der Feststellung der Literatur, wonach die *Thorea ramosissima* als

schattenliebende Algenart z. B. unter den über das Wasser hinausragenden Bachufern, in den Flüssen mit durchsichtigem Wasser aber in grösseren Tiefen lebt. Dies dürfte auch mit eine Erklärung dafür sein, dass sie so schwer zur Beobachtung gelangt. Meines Erachtens haben wir es hier garnicht mit einer sporadischen Art zu tun, wie das in der Literatur angenommen wird, sondern es handelt sich einfach um eine schwerer wahrnehmbare Alge.

Die meinerseits gefundenen *Thorea*-Exemplare hafteten an älteren ungestrichenen Holzbalken, ausgenommen einige Individuen, die an Eisenstücken haftend lebten. An geteertem Holz bin ich ihrer nicht ansichtig geworden. Die gefundenen Exemplare hatten eine Länge bis 70 cm. Diese Alge mit ihrer verästelten Form und ihrer dicken Thallusachse mutet in der Welt der Süßwasseralgen als auffallend gross an. Einige der gesammelten Exemplare habe ich weitergezüchtet, wobei ich als Medium verschiedene Kombinationen von Tisza-Wasser, der Benecke'schen Algennährlösung und der Hoagland'schen Ergänzungsnährlösung verwendete. Die Züchtung war bisher von befriedigendem Ergebnis. Eine Weiterzüchtung auf diese Weise wäre wünschenswert, weil in der Entwicklung dieser Alge noch mehrere Fragen einer Erklärung harren.

Die *Thorea ramosissima* hat nach meinen eigenen Beobachtungen eine im Durchmesser 400—500 μ , bei grösseren Exemplaren sogar 1000—1500 μ erreichende Thallusachse, aus der 200—300 μ dicke Thallusäste hervorragen. Die Oberfläche der Thallusachse und Thallusäste ist ringsum an der Basis von 7—8 μ , weiter oben von 10—13 μ dicken und 170—1300 μ langen, vorwiegend aber von 700—1000 μ langen assimilierenden Zellfäden, sog. »Assimilationshärchen« bedeckt, welche sozusagen einen Haarpelz bilden. Das Innere der Thallusachse ist ein Gewirr von lockeren, farblosen Zellfäden und die »Rinde« der Thallusachse ist eine dickere Schicht von Zellfäden. An der Oberfläche der Thallusachse sind die Zellen bereits farbig, sie enthalten Chromatophoren. Die Wand der oberflächlich gelegenen Zellfäden der Thallusachse ist gallertig gequollen und die benachbarten Zellwände bilden — aneinander haftend — eine Oberflächenschicht. Einige der reich verzweigenden Zellfäden der Thallusrinde ragen vertikal aus der Thallusoberfläche hervor, diese sind die schon erwähnten assimilierenden Zellfäden. In den Zellen der letzteren sind gewöhnlich auch ohne vorhergehende Färbung die Zellkerne und die wandständigen scheibenförmigen Chromatophoren sichtbar. Letztere sind von graugrüner Farbe, die Farben des Chlorophylls und des Phykocyans dominieren darin. Nach Konservierung in Formalin oder darauffolgendem Trocknen auf Papier nehmen die Fäden dunkelviolette Farbe an, nun tritt das bisher verdeckte Phykoerythrin deutlicher hervor.

Bei der *Thorea* gibt es — nach den Literaturangaben — keine geschlechtliche Vermehrung, was die systematische Einordnung dieser Gattung erschwert. (Meistens wird sie — unter gewissen Vorbehalten — den Florideen zugeordnet.) Ich selbst habe in einigen Fällen an den Enden mancher Zellfäden morphologisch abweichende Zellen beobachtet, die an Karpogone erinnern, Ähnliches hatte auch SCHMIDLE (12) beobachtet. Zu entscheiden, ob diese morphologi-

Tafel I.

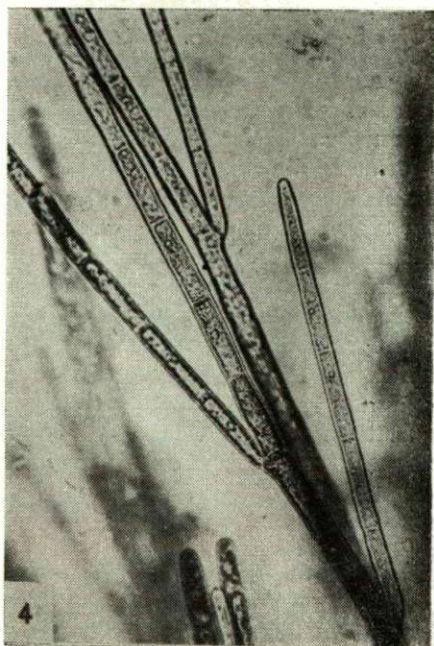
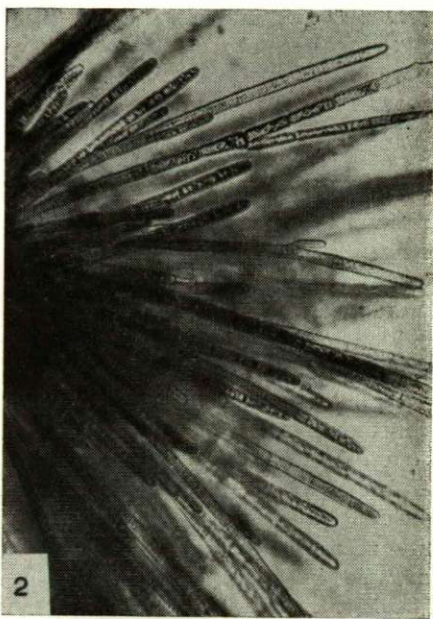
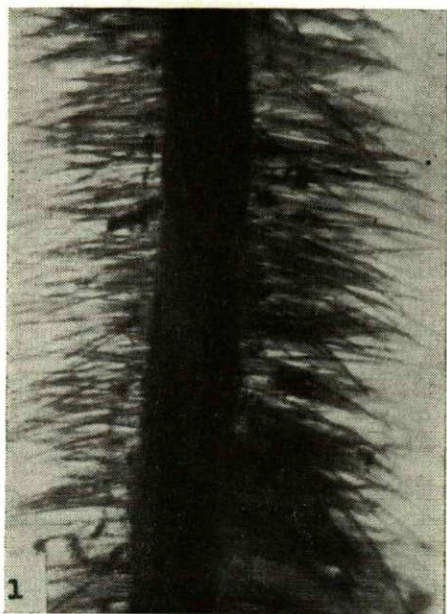
Abb. 1.: Habitusbild des Thallusanteiles einer *Thorea ramosissima* (Vergr. 50 x)

Abb. 2.: Apikaler Teil der Thallusachse (Vergr. 250 x).

Abb. 3.: Teilabschnitt aus der Zone der assimilierenden Zellfäden (Vergr. 250 x)

Abb. 4.: Verzweigender assimilierender Zellfaden (Vergr. 300 x).

Tafel I.



schen Verschiedenheiten irgendeinen funktionellen Hintergrund haben, bleibt weiteren eingehenden Untersuchungen überlassen.

Die *Thorea* hat eine augenfällige monosporige ungeschlechtliche Vermehrung. An dickeren Thallusästen sitzen die Sporangien an kurzen Fäden an der Basis der assimilierenden Zellfäden. (Diese habe ich Sporangienfäden vom *Typ A* genannt.) Die Sporangien bringen je eine birnförmige $29-25 \times 12-15 \mu$ grosse Spore hervor. Das ausgeleerte Sporangium erfährt infolge Durchwachsens des Stielchens eine Regeneration, wobei die Zellwand des entleerten Sporangiums in Gestalt eines häutigen Krägelchens zurückbleibt. In der Literatur finden gewöhnlich nur die an der Basis der assimilierenden Zellfäden entspringenden, auf kurzen Stielchen sitzenden Sporangien eine Erörterung. Ich habe dagegen in selteneren Fällen beobachtet, dass der sporangientragende Zellfaden infolge mehrmaliger Entleerung und Durchwachsens auffallend verlängert wird, ganz bis ans Ende der assimilierenden Zellfäden reichen kann und dort, am peripherischen Abschnitt der assimilierenden Zellfäden, die Sporangien und in diesen die Sporen erzeugt. Die sporangientragenden langen Zellfäden dieses Typs bestehen aus kurzen, gedrunen Zellen. Auch morphologisch ist an diesem Zellfaden deutlich zu erkennen, dass es aus dem wiederholten Hindurchwachsen der sporangientragenden Zellen entstanden ist. (Diese Form habe ich Sporangienfäden vom *Typ B* genannt.) Nach meinen Beobachtungen ist — allerdings noch seltener als die vorherigen — noch eine dritte Form der sporangientragenden Zellfäden bei *Thorea* möglich. (Von mir *Typ C* genannt.) Auch hier handelt es sich um einen langen Zellfaden, dessen Zellen aber — im Gegensatz zu den vorher geschilderten — schlank sind und sich nicht von den Zellen der assimilierenden Fäden unterscheiden. Dieser Faden weist am Ende, welches auf den peripherischen Teil der assimilierenden Fadenzone entfällt, Verzweigungen auf und trägt mehrere Sporangien. Bei diesem Sporangienfaden hat man den Eindruck, als ob das Ende eines gewöhnlichen assimilierenden Fadens sich nachträglich in einen sporangientragenden Fadenteil umgewandelt habe.

Auch in Verbindung mit der Keimung der Sporen finden sich in der Literatur nur sehr spärliche Angaben. Ich selbst haben in meinen Kulturen, wenn auch nicht in grosser Zahl, so doch an manchen Exemplaren keimende Sporen, bzw. aus diesen sich entwickelnde junge Thallusansätze zwischen den assimilierenden Zellfäden gefunden. (Diese werden bei im Freien lebenden *Thorea*-Exemplaren hinausgeschwemmt und so kann jemand, der lediglich aus dem Flusswasser frisch gesammeltes Material untersucht, nur selten aus dem Sporangium heraustretende Sporen, bzw. in Entwicklung begriffene, junge Thallusansätze zu sehen bekommen.) Meine eigenen Beobachtungen stehen im Einklang mit den kurzen Hinweisen der Literatur (vergl. z. B. OLTMANNs, 9), nach

Tafel II.

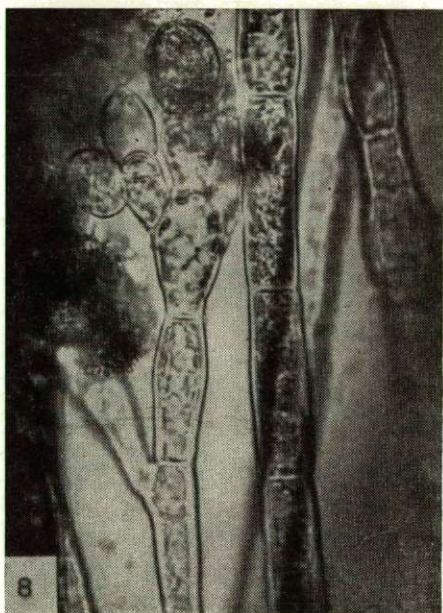
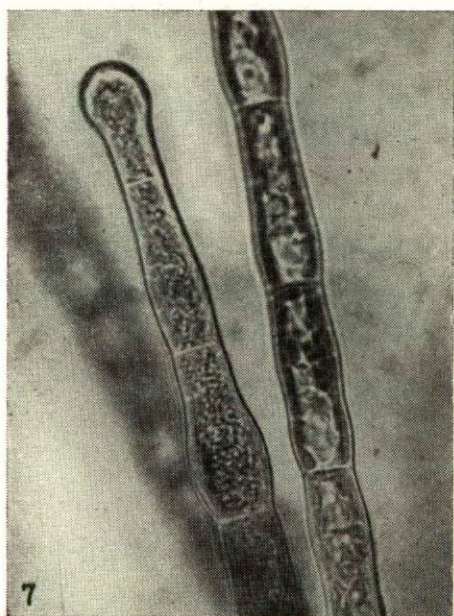
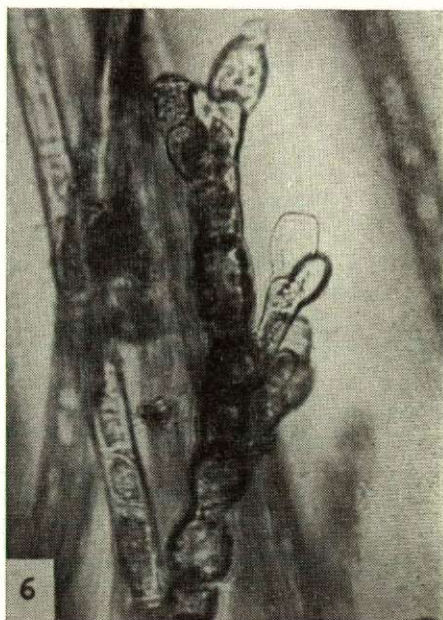
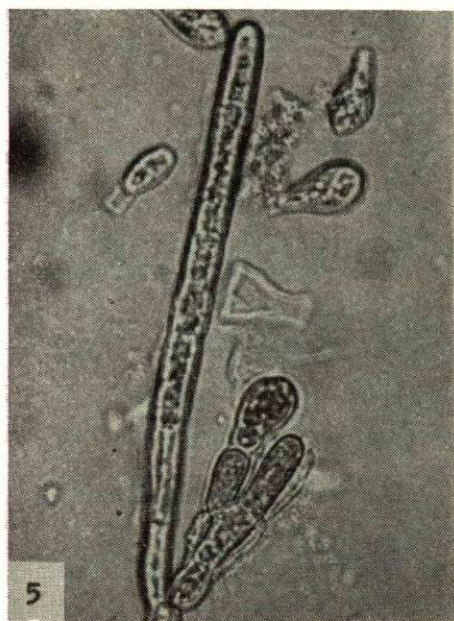
Abb. 5.: Assimilierender Zellfaden, an der Basis sporangientragende Zellfäden vom *Typ A*. Neben der Spitze des assimilierenden Fadens schwimmende Sporen (Vergr. 600 x).

Abb. 6.: Sporangientragender Zellfaden vom *Typ B*. (Vergr. 600 x).

Abb. 7.: Eine besonders geformte Endzelle an einem assimilierenden Zellfaden (Vergr. 1000 x).

Abb. 8.: Sporangientragender Zellfaden vom *Typ C*. (Vergr. 800 x).

Tafel II.



denen aus der Spore zunächst ein basaler Thallusteil zur Entwicklung gelangt, aus dem sich dann ein longitudinaler Thallusteil herausbildet. Der basale, aus mehreren kurzen Fäden bestehende, rhizoidartige Thallusteil dient zum Haften. Erst nachdem dieser einen bestimmten Entwicklungsgrad erreicht hat, beginnt der längliche Thallusteil sich zu entwickeln, aus dem schliesslich die Thallusachse wird. In meinen Kulturen habe ich bisher lediglich das Anfangsstadium der Thallusbildung beobachten können.

Die Literaturangaben hinsichtlich der Verzweigungsverhältnisse der *Thorea*-Fäden stehen miteinander im Widerspruch (MÖBIUS, 8; SCHMITZ, 13; PASCHER, 10). Nach meinen eigenen Beobachtungen ist — wenigstens was die assimilierenden Fäden anbetrifft — festzustellen, dass die Verzweigung eine monopodiale ist (vergl. die mitgeteilten Abbildungen).

Die *Thorea ramosissima* Bory stellt wegen ihrer eigentümlichen und in vielen Punkten noch ungeklärten ökologischen Verhältnissen und Entwicklungsvorgängen ein dankbares Objekt für weitere Forschungen dar. Zu klären wären meines Erachtens folgende Fragen: 1. Weiteres Vorkommen in der Tisza und in der Duna. In Verbindung damit wären ihre ökologischen Verhältnisse in den heimischen Gewässern klarzustellen. 2. Wichtig wäre auch die Ausarbeitung einer Methode zur langfristigen Züchtung und dann das Studium ihrer Entwicklungs- und Vermehrungsverhältnisse in den Kulturen.

Schrifttum

- (1) Arasaki, M.: Preliminary note on the life-history of *Thorea ramosissima*. Bot. Mag. (Tokyo), 51, 715–721 (1937).
- (2) Filarszky, N.: A budai hóforrások nyílt vizeinek *Chara*-féléi és néhány más érdekesebb, ritkább algafaja. Mat. és Trem. tud. Értesítő, 47, 652–676 (1930).
- (3) Fritsch, F. E.: The structure and reproduction of the algae. Vol. 2. Cambridge (1945).
- (4) Hedgcock, G. G.—Hunter, A. A.: Notes on *Thorea*. Bot. Gaz., 28, 425–429 (1899).
- (5) Klas, Z.: Eine neue *Thorea* aus Jugoslawien etc. Hedwigia, 75, 273–284 (1936).
- (6) Lauterborn, R.: Die Vegetation des Oberrheins. Verh. d. naturhist.- med. Vereins zu Heidelberg. Neue Folge, 10, 484 (1910).
- (7) Magnus, P.: Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung der *Thorea ramosissima* Bory im mittleren Deutschland. Deutsch. Bot. Monatschr. 16, 17–18 (1898).
- (8) Möbius, M.: Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Thorea*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 9, 333–338 (1891).
- (9) Oltmanns, Fr.: Morphologie und Bio'ogie der Algen. 2. Bd., 2. Aufl. Jena (1922).
- (10) Pascher, A.: Rhodophyta. Allgemeiner Teil. In: Pascher (red.): Die Süßwasserflora Deutschlands etc. Heft 11. Jena (1925).
- (11) Schiller, J.: Florideae. In: Pascher (red.): Die Süßwasserflora Deutschlands etc. Heft 11. Jena (1925).
- (12) Schmidle, W.: Untersuchungen über *Thorea ramosissima* Bory. Hedwigia, 35, 1–33. (1896).
- (13) Schmitz, Fr.: Thoreaceae. In: Engler (red.): Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Teil, 2. Abt. 320–324. Jena (1897).
- (14) Smith, M. G.: The fresh-water algae of the United States. New-York—London (1933).
- (15) Vouk, V.: Beiträge zur Kenntnis der Süßwasseralgenflora Kroatiens. Bul. Inter. de l'Acad. Jugoslave. Classe sc. mat. et natur. 11–12, 57–60 (1919).
- (16) Wellheim, F. P. R.: Weitere Mitteilungen über *Thorea ramosissima* Bory. Österr. Bot. Zeitschr., 46, 315–320 (1896).

**EXAMINATION OF GROWTH-INHIBITING SUBSTANCES SEPARATED
BY PAPER CHROMATOGRAPHY IN FLESHY FRUITS
II. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCES OF GROWTH-
INHIBITING ZONES ON THE CHROMATOGRAMS**

By
MAGDALENA VARGA

Institute for Plant Physiology of the University of Szeged
(Received September 5, 1957)

Introduction

In a previous paper (43) the ether-extractable growth-inhibiting substances of 26 various fleshy fruits were chromatographed and bio-assayed in order to establish their position on the chromatograms and from this to draw conclusions concerning their character. According to the results of these examinations 3 or 4 distinctly detectable inhibiting zones appeared on the chromatograms of all the fruits examined. In the sector below R_f 0,3 of the chromatograms of almost all the fruits one or two, but generally two, inhibiting zones exerting a milder activity could be observed which in many cases were replaced by mildly promoting spots. This area of the chromatograms was characterized by a great variety of inhibiting and promoting effects thus it seems likely that several substances are situated here the biological activity and properties of which differ.

In the range of R_f 0,60—0,85 (β -inhibitor zone) a strong inhibition appeared on the chromatogram of all the fruits. This suggests that either one very effective, or several very active inhibitors having a weak acidic character (summarized under the name of β -inhibitor complex) are closely located on this area of the chromatograms.

At the front line of the chromatograms (R_f 0,9—1,0) a very effective inhibiting zone presumably of neutral character was localized. It may be that also in this case several related substances are involved.

Concerning the nature of the substances of these active spots so far only assumptions have been made. In the course of the successive examinations reported in the present paper, however, the identification of the substances located in the inhibiting zones on the chromatograms of fruit juices will be attempted, as far as this can be realized in the frame of paper chromatography.

Materials and methods

The identification of the ether-extractable, biologically active substances of fruit juices was attempted in three fleshy fruits: *Citrus medica* L., *Prunus, armeniaca* L. »Rakovszky«, and *Fragaria ananassa* Duch. »Eszterházy«. The examinations were begun in December 1956 with lemons and continued in the spring and summer of 1957 with strawberries and apricots.

3 kgm. of the meso- and endocarpium of lemons, 5 kgm. of the mesocarpium of apricots and 5 kgm. of the fleshy tissues of strawberries were pressed out, extracted with ether and 20 cm ascending chromatograms were made from the condensed extracts with isopropanol: ammonia (sp. gr. 0.88): water 10:1:1 solvent, in the dark at 23° C, on Sch & Sch No. 2043 B filter paper, in the manner reported in a previous paper (43). 80 chromatograms of the ether extract of lemon juice and 120 of that of apricots and strawberries, with 3 start points each, were made. A part of these chromatograms were reserved for analysis in UV light and for spraying with different reagents, from the rest the strips containing the inhibiting spots were cut out and their substances eluted with methanol or ethanol. The eluata of the single spots were evaporated dry on a water bath of 50° C at reduced pressure and then dissolved with bidistilled water of known volume. With these standard solutions containing the concentrated substances of the active spots various chemical reactions and bioassays were performed, and some were rechromatographed in numerous other solvent systems.

In addition to the numerous chromatograms obtained from the ether extracts of lemons, apricots and strawberries, at least 1–2 chromatograms made in the course of the previous experiments (43) from other fruits were also available for the identification.

The estimation of the inhibiting spots was carried out on the basis of the relative and absolute R_f values observed in various solvent systems, the UV fluorescence, and the qualitative reactions given by spraying reagents, furthermore by comparison with the properties of the control synthetic compounds.

For development of the chromatograms the following solvent systems were applied (5, 7, 34).

Chromatographic systems involving alkaline and neutral solvents: ethanol: ammonia: water 90:5:5 and 80:5:15; n-butanol: ammonia: water 80:10:10 and 60:30:10; n-butanol saturated with water; and isopropanol: water 2:3.

Chromatographic systems involving acidic solvents: chloroform: 95% ethanol 1:1 + 2% (v/v) 90% formic acid; benzene: acetic acid: water 2:1:1; n-butanol: acetic acid: water 4:1:5; and 10% acetic acid.

Spraying reagents for detection and identification of the spots:

1. Bromocresol green (CRAMER 10).
2. Chlorophenol red (BROWN 7)
3. Ammonical silver nitrate (BUCH et al. c. f. 33)
4. 10% (v/v) acetic anhydride in pyridine (BUCH et al. c. f. 33)
5. 0.5% methanolic ferric chloride (SCHMIDT 35)
6. Diazotized sulphanilic acid (MANN c. f. 28)
7. Diazotized p-nitroaniline (BRAY c. f. 5)
8. Diazotized benzidine (KOCH and KRIEG c. f. 39)

For biological tests like in the previous papers wheat coleoptile sections (*Triticum vulgare* L. »Bánkúti 1201«) and poppy seeds (*Papaver somniferum* L. »Fertődi kék«) were used.

Experimental results

A) Chemical estimation of the substances of the active spots observed between R_f 0.0–0.3.

To establish the position of the short chain organic acids (mainly di- and tricarboxylic acids) occurring in relatively large amounts in fruit juices many such compounds were chromatographed under identical conditions as the fruit juices (isopropanol : NH_3 : water 10:1:1). The results suggest that the first of the lower inhibiting spots (R_f 0,0—0,1) observed on the bio-assayed fruit chromatograms is produced by malic-, tartaric- and citric acid while the second (R_f 0,15—0,20) mainly by succinic- and ascorbic acid. This assumption is supported by the fact that on all these areas of the chromatograms sprayed with pH indicator bright yellow spots appeared indicating the presence of strong acids.

For the identification of the substances of these acidiferous spots their methanolic eluate was rechromatographed in numerous other solvent systems. The R_f values, the fluorescence and the colour reactions with ammoniacal silver nitrate and with acetic anhydride in pyridine, furthermore, the results obtained by simultaneous running of pure acids showed beyond doubt that the two lower inhibiting spots of the chromatograms of lemons and apricots contain citric-, malic-, tartaric-, succinic and ascorbic acid as well as other related acids. For elucidation of the biological activity of these acids a range of concentration of 10^{-1} M to $8 \cdot 10^{-5}$ M was prepared and bio-assayed. According to the results all the acids examined exert in higher concentrations (up to about 10^{-3} M) an inhibitory effect whereas in lower concentrations (up to about $2 \cdot 10^{-4}$ M) they promote the growth of coleoptile sections and *Papaver* embryos, however, in similar concentrations the activity of the single acids varies too. Thus it is obvious that in these positions and on the adjacent areas of the chromatograms of the fruits — depending on the concentration — both inhibiting and promoting zones occurred (43).

The tannic acids are also located in the R_f 0,0—0,3 sector of the chromatograms. These substances were estimated by their characteristic chemical reactions and by comparison with known compounds. The tannic acids inhibit growth and germination only in higher concentrations, in lower concentrations on the other hand, their effect turns into promotion. The activity they exert is less considerable than of the short chain carboxylic acids.

The position and biological activity of caffeic- and chlorogenic acid was dealt with in detail. For the identification of these substances not only the R_f values and the fluorescence were considered but spraying reactions with ferric chloride, KOH, HÖPFNER's reagent (37) and ethanolic phosphomolybdic acid (5) were also applied. On the fruit chromatograms caffeic acid (R_f 0,17) could only be detected rarely and in very small amounts whereas chlorogenic acid (R_f 0,25) appeared frequently. For comparison these compounds were isolated according to the method of STEVENS and NORD (37) from coffee beans. The biological examinations of various concentrations of these two acids indicated that their activity is fairly low.

B) The identification of the substances of the β -inhibitor zone.

In order to get acquainted with the nature of the substances located in the β -inhibitor zone (R_f 0,55—0,85) first of all their physico-chemical properties were examined. The results show that the substances of the β -inhibitor spot are soluble in water, ether, methanol, ethanol and acetone, and practically insoluble in chloroform, petrolether and benzene, they are thermostable as well

as sensitive to alkalines and peroxides. The spraying with pH indicators proved the weak acidic character of these compounds, however, a comparison of the pH and the biological activity of the eluate rendered evident that the inhibiting activity of the substances participating in the creation of the β -inhibitor zone can by no means be attributed to the acid effect.

Even if the eluate of the β -inhibitor zone is highly diluted it does not promote the elongation of the coleoptile sections and the *Papaver* roots, thus these compounds do not contribute to the stimulating effect exerted by highly diluted fruit juices (12, 44). Hence, it may be assumed that the growth-promoting activity of diluted fruit juices is due to the fact that the inhibiting action of the components of the β -inhibitor complex ceases, whereas the promotion characterising the low concentrations of aliphatic acids and tannic acids comes into prominence.

As regards the chemical determination of the β -inhibitor spot, because of its weak acidic character and its position on the chromatogram, it could be anticipated that it is a mixture of several aromatic acids with similar R_f values. To gather inform what kind of chemicals are involved all the aromatic acids available were chromatographed under similar conditions as the fruit extracts to establish and compare their R_f values. As numerous aromatic acids, mainly which contain a phenolic group, run onto the area corresponding to the β -inhibitor zone it was assumed that the substances of the β -inhibitor complex of fruits are also benzene or phenol derivatives.

For separation of the substances located in the β -inhibitor zone the eluate of the spot was rechromatographed in many other solvent systems. Analyses in UV light, spraying with various reagents and biological examinations revealed that the β -inhibitor zones of lemons and strawberries contain three inhibitors (C_1 , C_2 , C_3 and F_1 , F_2 , F_3 respectively), and that of apricots four inhibitors (P_1 , P_2 , P_3 , P_4). For chemical determination of these substances, besides spraying with different phenol reagents, the GORDON—WEBER's indole test and the FEIGL's lactone test was also applied. The results of these experiments are summarized in Table I.

According to the data of Table I the component of the β -inhibitor of lemons and strawberries showing a violet fluorescence is identical with salicylic acid and its ammonium salt formed during the chromatography, respectively. This is also proved by the similarity of the behaviour of crystalline salicylic acid added to the eluate of the spots.

The properties of the C_2 , F_2 és P_2 inhibitors show unequivocally that they are o-coumaric acids. It seems probable that o-coumaric acid forms in alkaline solvents partly or perhaps wholly from coumarin which has already been found by several authors in fruit juices and the strong inhibiting activity of which is well known. Namely, the lactone ring of coumarin which is a δ -lactone, opens readily in alkaline solutions to give the corresponding hydroxy-acid (16). This assumption is supported by the fact that in the case of apricots the eluate of this spots gave a positive lactone test. Namely, on the apricot chromatograms the spot of P_2 inhibitor was the largest, it also showed the brightest fluorescence and gave the most intensive colour reactions, its concentration being the highest on the chromatograms. This explains why the eluate of the P_2 inhibitor was the only one which indicated a discernible lactone reaction demon-

Table 1. Identification of the substances of the inhibiting spots separated from the β -inhibitor complex by ethanol: ammonia: water (80 : 5 : 15) solvent.
(+ = positive reaction; - = negative reaction; blank = no treatment)

No	Inhibitor	UV fluorescence		Spraying reagents						R _f values				Identification	
		untreated	+ NH ₃ vapour	brom-cresol-green	FeCl ₃ in HClO ₄	Feigl-test	0.5% methanolic FeCl ₃	diazotized sulphuric acid	diazotized p-nitroaniline + Na ₂ CO ₃	diazotized benzidine + Na ₂ CO ₃	solvent system*				
											1	2	3		4
1.	C ₁ inhibitor	violet	violet	+	—	—	violet	—	yellow	yellow	0,82	0,95	0,84	0,64	salicylic acid
2.	C ₂ inhibitor	bluish green	bright greenish yellow	+	—	—	yellow	—	faint violet	faint red	0,84	0,90	0,73	0,58	o-coumaric acid
3.	C ₃ inhibitor	faint blue	bright blue	+	—	—	faint yellowish brown	—	faint greyish blue	violet	0,89	0,86	0,57	0,49	p-coumaric acid or ferulic acid
4.	F ₁ inhibitor	violet	violet	+	—	—	violet	—	faint yellow	yellow	0,81	0,95	0,85	0,63	salicylic acid
5.	F ₂ inhibitor	bluish green	bright greenish yellow	+	—	—	yellow	—	violet	reddish	0,85	0,91	0,73	0,39	o-coumaric acid
6.	F ₃ inhibitor	blue	blue	+	—	—	—	—	faint yellow	faint brown	0,90	0,92	0,93	0,59	cinnamic acid?
7.	P ₁ inhibitor	violet	violet	+	—	—	—	red	—	—	0,78	0,94	0,78	0,63	?
8.	P ₂ inhibitor	yellowish green	very bright greenish yellow	+	—	+	yellow	—	violet	reddish	0,84	0,91	0,72	0,57	o-coumaric acid and coumarin
9.	P ₃ inhibitor	blue	blue	+	—	—	faint brownish violet	—	red	—	0,76	0,91	—	—	m-oxy-benzoic acid?
10.	P ₄ inhibitor	—	—	+	—	—	—	yellowish	—	—	0,74	0,85	—	—	?

* Solvent systems:

1. ethanol: ammonia: water 80 : 5 : 15; 2. n-butanol: acetic acid: water 4 : 1 : 5; 3. n-butanol: water: 4. 10% acetic acid

strating the presence of coumarin. Moreover, the presence of coumarin in this spot was also recognizable by its characteristic odour. On the other hand, the colouration and fluorescence of the spot already pointed to o-coumaric acid suggesting the presence of both o-coumaric acid and coumarin. It may be that the corresponding spots of lemons and strawberries also contain coumarin, however, owing to its low concentration it could not reach the limit of susceptibility of FEIGL's test.

The colour reactions and the position of C_3 inhibitor suggest that it is either p-coumaric acid or ferulic acid, i. e. the behaviour of these two cinnamic acid derivatives is very similar. It may, however, also be that this inhibiting spot is formed by the two compounds together, though the attempt to separate them was not successful.

The exact quality of the F_3 inhibitor could not be established. Owing to its position and chemical reactions numerous aromatic acids may be taken into consideration, however, because of its colouration with p-nitroaniline cinnamic acid seems the most probable.

The P_1 inhibitor shows an entirely identical fluorescence to that of the spot established as salicylic acid and its R^f value also approaches that of the latter, but in the course of its treatment with spraying reagents quite different qualities could be observed. As owing to technical reasons further examinations could not be carried out it can only be established that P_1 inhibitor is also a phenolic compound.

In spite of numerous attempts the P_4 inhibitor could not be determined as the procedures with various spraying reagents did not furnish any positive data.

The results of the above examinations were also confirmed by the comparison of the behaviour and biological activity of the corresponding synthetic compounds¹.

C) Identification of the substances of the inhibiting zone along the front line.

In the course of the bio-assay of the various fruit chromatograms just under the front line (R_f 0.9—1.0) a strong inhibition could be detected (43). The question arises which substances are responsible for this inhibiting activity.

During the examinations of the freshly developed chromatograms a yellowish, transparent oil strip, emitting the characteristic odour of the fruit, was striking in every case along the front line. These observations suggest that this very effective inhibiting zone contains the neutral odoriferous substances of the fruit, the so-called essential oils. The presence of these substances was also confirmed by the fact that after airing the chromatograms for a few days an inhibition exceeding the standard error could no more be observed in this area, and that on the chromatograms obtained from boiled extracts this inhibiting zone has disappeared (43).

To provide further evidence germination tests were carried out with *Sinapis* and *Papaver* seeds in vapour of paper strips cut out of the front line of the chromatograms (44, 45). The seeds exposed to the vapours of these paper strips

¹ Ferulic acid and p-coumaric acid were isolated from the bark of the trunk of *Catalpa bignonioides* Walt. according to the method described by STEVENS and NORD (27).

exhibited a strong germination and growth inhibition (Table II) which is a characteristic property of the volatile oils (1, 12, 18, 41, 44).

Table 2.

Percentage of germination and root-growth of *Sinapis* and *Papaver* seeds in the presence of essential oils of strawberries, apricots and lemons. (The average of four parallel examinations.

Chromatogram strips R _f 0,9---1,0	Percentage of germination				Percentage of root-growth of the seedlings of the seedlings 60 hours	
	after 24 hours incubation		after 60 hours incubation			
	Sinapis	Papaver	Sinapis	Papaver	Sinapis	Papaver
Control	100	100	100	100	100	100
Strawberries	3	2	41	28	18	22
Apricots	5	4	56	57	37	23
Lemons	4	3	60	61	36	41

Discussion

A) *The role of the short chain carboxylic acids and tannic acids in the inhibiting activity of fruit juices.*

The greater part of the investigators dealing with the role of short chain organic acids in the inhibiting effect of fruit juices (12, 21, 22, 23, 24) state that these acids, although they actually exert an inhibiting effect, can after all not be the principal inhibiting agents of fruit juices. Our paperchromatographic examinations support this view as in the course of the bio-assays it became evident that the effectiveness of these acids is far less marked than that of the members of the β inhibitor complex and the essential oils.

The results show that in higher concentrations citric-, malic-, tartaric-, succinic- and ascorbic acid have an inhibiting effect and that in low concentrations, on the contrary, they promote the growth of the coleoptile sections and *Papaver* embryos. This is in good agreement with the observation that in some less acidic fruit juices these compounds — obviously owing to their lower concentration — do not inhibit but rather stimulate elongation. The fact that several acids exert such a double activity has already been reported (4; 8, 15). The stimulating effect of short chain carboxylic acids in low concentrations may be due to the role they play in the Krebs cycle.

The inhibiting activity of tannic acids is also known (20, 25, 32, 36, 40). Our data concerning the effect of tannic acids are partly in accordance with those of the above authors, as far as in higher concentrations these acids actually inhibit growth and germination. According the results of the biological examinations performed with numerous fruits, however, it can be stated that no significant inhibiting effect may be attributed to the amount of tannic acids generally contained in fruit juices, moreover, owing to their fairly low concentration they often even promote growth.

The role played by caffeic- and chlorogenic acids was dealt with separately. It is known that AKKERMANN and VELDSTRA (1) postulate that caffeic acid is partly responsible for the strong inhibiting activity exerted by the acidic fraction of ether extracts of tomatoes. MAYER and EVENARI (31) on the other hand, are of the opinion that the effectiveness of this acid is too weak to play an important role in the fruit juice. Recently on analysing the juice of 10 fleshy fruits HERMANN (17) concluded that they do not contain, or only in insignificant amounts caffeic acid.

Our results concerning caffeic acid are in agreement with those of the two latter workers. We could only detect this substance on a few chromatograms and on the areas where caffeic acid was located the bio-assays never showed an appreciable inhibition. Chlorogenic acid occurs in fleshy fruits far more frequently than caffeic acid, this fact has also been reported by HERMANN (17). Chlorogenic acid, however, in spite of its wide spread occurrence, does not play an important part in the inhibiting activity of fruit juices as in the course of the bio-assays it became obviously that the action due to this compound is rather negligible.

Possibly in addition to aliphatic acids and tannic acids other substances also contribute to a certain extent to the inhibiting effect appearing on the lower sector of the fruit chromatograms. Whatever kind of substances may be involved they cannot be important growth inhibitors.

B) Discussion of the results obtained concerning the β -inhibitor complex.

KÖCKEMANN (23) described in 1934 a water-, ether-, ethanol- and acetone soluble, in benzene insoluble, non volatile, thermostable inhibitor of acidic character, considered by him to be the main inhibitory factor of the fruit juices. He termed this unknown inhibitory agent blastocholine. Later it was revealed that blastocholine is not a single compound (27) but for a few exceptions (1, 26) chemical estimation has not been carried out.

At the investigation of the physico-chemical properties of the substances included in the β -inhibitor zone it became evident that they agree completely with those KÖCKEMANN reported regarding the blastocholine. Consequently it seems beyond doubt that the so-called β -inhibitor complex of fruit juices and the inhibitory factor termed blastocholine by KÖCKEMANN are identical.

Further examinations proved that the considerable width and the shift of the β -inhibitor zone is not caused by tail formation and/or fluctuation of the R_f values due to experimental errors, but in the first place by the circumstance that the β -inhibitor zone contains several related compounds. It could also be established that the composition of this complex and the quantitative proportion of its components are not identical in the various fruit species. But in all cases it became clear that the inhibitors separated from this zone are related compounds belonging to the benzoic- and cinnamic acid derivatives and thus in a wider sense, the β -inhibitor complex of fruits may be considered to be uniform.

The growth-inhibiting activity and natural occurrence of the substances identified in the β -inhibitor zone of fruits is already known. Among these compounds coumarin and salicylic acid are the most effective. As compared with them, the other components (ferulic acid, coumaric acids and m-oxybenzoic

acid) do not exert one by one a considerable inhibition, however, their interaction — owing to the well known synergistic effect — may after all be significant (31). At the bio-assays of the fruit chromatograms the resultant of the action of these substances could be observed (43).

STOWE et al (38) assumed that the β -inhibitor is an indolic or phenolic acid. The results presented here justify the latter assumption concerning fleshy fruits, but contradict the participation of indole compounds, inasmuch as the condensed eluate of the β -inhibitor spots of the fruit chromatograms did not, in a single case give a positive indol reaction (Table I).

Recently various benzoic- and cinnamic acid derivatives have been identified in acid fraction of ether extract of other plant organs, too. BÜRNER (6) determined p-oxy-benzoic acid, p-oxy-cinnamic acid and ferulic acid from the straw of cereals, MASSART (30) p-oxy-benzoic acid, ferulic acid, p-coumaric acid and vanillic acid from seed-balls of beets, and GRIFFITHS (14) ferulic acid, o- and p-coumaric acid as well as salicylic acid from *Theobroma cacao* L. According to the paperchromatographic examinations of KÖVES (25) the growth- and germination inhibitors of oat husks proved to be also cinnamic- and benzoic acid derivatives. These results suggest that the substances of the β -inhibitor complex determined in fruit juices in our experiments and the compounds of the β -inhibitor zones in the same position observed on chromatograms of plant organs other than fruits (2, 3, 19, 42) are related, i. e. the latter may also be cinnamic- and benzoic acid derivatives.

It seems very probable that in addition to the substances determined or suggested in the present paper, other compounds are also involved in the inhibiting complex of fruit juices examined. The complete separation and identification of all the components, however, cannot be accomplished in the scope of paper chromatography. This task requires far more material and other methods. The detailed analysis of the β -inhibitor complex of some fruits is in progress in our institute.

C) The role of essential oils in the activity of fruit juices.

The bacteriostatic and growth-inhibiting activity of volatile oils is commonly known since a long time (12, 36, 41) and several authors (1, 11, 18, 22, 44, 45) have also pointed out the inhibiting role they place in fruit juices. The results of our paperchromatographic examinations are in good accordance with the above establishments. In view of the findings it may be stated that the effectiveness of these substances in fresh fruit tissues is about to equal to that exerted by a mixture of benzoic- and cinnamic acid derivatives. The chemical composition of essential oils is extremely heterogenous. The main inhibiting role of their various components can particularly be attributed to the aromatic ketones and aldehydes, and to the free or etherified phenols and phenylpropane derivatives (12, 36).

Summary

It was attempted to identify the substances of the inhibiting spots of paper chromatograms made with the ether extract of fruit juice of lemons, strawberries and apricots. The detection and estimation of the inhibitors were performed on the basis of the UV fluorescence; the R_f values observed in numerous

solvent systems, the colour reactions obtained with different spraying reagents and finally by comparison with the properties of the corresponding synthetic chemicals.

In the active spots observed on the chromatograms between R_f 0,0—0,3 short chain carboxylic acids and tannic acids were found. According to their concentration these compounds inhibit or promote the growth of coleoptile sections and the germination of *Papaver* seeds.

It seems that aliphatic acids and tannic acids do not play an important role in the inhibition of fruit juices, on the contrary, owing to their fairly low concentration they rather promote than inhibit growth and germination. Because of their relative slight effectiveness caffeic- and chlorogenic acid can in no case be considered to be one of the main inhibitory factors in fruit juices.

The large inhibiting area observed on the chromatograms between R_f 0,55—0,85 (termed β -inhibitor zone) consists of several aromatic acids and their derivatives, respectively, located closely in these spot (β -inhibitor complex). According to its physico-chemical properties and biological activity the β -inhibitor complex can be identified with KÖCKEMANN's blastocholine. The composition and quantitative proportion of the components of this complex are not identical in the various fruit species.

In the β -inhibitor zone of the three fruits examined coumarin, o- and p-coumaric acid, ferulic acid and presumably cinnamic acid could be identified as cinnamic acid derivatives, whereas salicylic acid and possibly m-oxy-benzoic acid as benzoic acid derivatives. From the β -inhibitor complex of apricots in addition still two unknown aromatic acids could be separated. The action of these substances is synergistic.

The inhibiting zone along the front line (R_f 0,9—1,0) contains the essential oils of the fruits. The inhibiting effect of essential oils is about equal to that of the β -inhibitor complex, i. e. it represents one of the main inhibiting factors in the fruit juices.

References

- (1) Akkermann, A. M., and H. Veldstra: Rec. Trav. Chim. Pays-Bas 66, 411—412, (1947).
- (2) Audus, L. J., and R. Thresh: Ann. Bot., 20, 339—459, (1956).
- (3) Bennet-Clark, T. A., and N. P. Kefford: Nature, 171, 645, (1953).
- (4) Благовещенский, А. В.: Бюлл. Главн. Бот. Сада, 9, 54—58, (1952).
- (5) Block, R. J., E. L. Durum and G. Zweig: A manual of paper chromatography and paper electrophoresis. New-York, (1955).
- (6) Börner, H.: Naturwiss., 42, 583, (1955); and 43, 129, (1956).
- (7) Brown, F.: Nature, 167, 441, (1951).
- (8) Burton, W. G.: Physiol. Plant., 9, 567—587, (1956).
- (9) Copisarow, M.: Chem. and Ind. 54, 283—288, (1935); and J. Pomology Hort. Sci. 14, 9—12, (1936).
- (10) Cramer, F.: Papierchromatographie. Weinheim, (1953).
- (11) Elmer, O. H.: Science, 75, 193, (1932).
- (12) Evenari, M.: Bot. Rev. 15, 153—186, (1949).

- (13) *Ferenczy, L.*: Acta Biol. Hung. 7 (1957).
- (14) *Griffiths, L. A.*: Nature, 180, 286-287, (1957).
- (15) *Havas, L.*: Nature, 136, 435, (1935).
- (16) *Hayness, L. J.*: c. f. *Peach, K.* and *M. V. Tracey*: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse 2, 583-594, (1955).
- (17) *Hermann, K.*: Naturwiss., 43, 109, (1956).
- (18) *Kaufmann, E.*: Planta, 33, 516-522, (1943).
- (19) *Kefford, N. P.*: Jour. Exp. Bot., 6, 129-151, and 245-255, (1955).
- (20) *Klosa, J.*: Pharmazie 4, 574-557, (1949).
- (21) *Konis, E.*: On the inhibiting substances in the tomato fruit. M. S. Thesis; Herbew Univ. Jerusalem, (1938).
- (22) *Konis, E.*: Pal. Jour. Bot. Jerus. 2, 6-27, (1940).
- (23) *Köckemann, A.*: Ber. deut. bot. Ges., 52, 523-526, (1934).
- (24) *Köckemann, A.*: Beitr. Bot. Zentralbl., 55, 191-196, (1936).
- (25) *Köves, E.*: Acta Biol. Szeged, 3, 179-187, (1957).
- (26) *Kuhn, R.*, und *D. Jerchel*: Ber. deutsch. chem. Ges. 76, 413-419, (1943).
- (27) *Larsen, P.*: Planta, 30, 160-167, (1939).
- (28) *Lederer, E.*, and *M. Lederer*: Chromatography. Amsterdam-Houston-London-New York, 1954).
- (29) *Lugg, J. W. H.*, and *B. T. Overell*: Nature, 160, 87, (1947).
- (30) *Massart, L.*: Бюхнмня, 22, 417-420, (1957).
- (31) *Mayer, A. M.*, and *M. Evenari*: Exp. Bot., 4, 257-263, (1953).
- (32) *Niemann, E.*: Flora, 2, 185-242, (1952).
- (33) *Peach, K.*, und *M. V. Tracey*: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse 2-3, Berlin (1955).
- (34) *Ranson, S. L.*: c. f. *Peach, K.*, und *M. V. Tracey*: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse 2, 539-582, (1955).
- (35) *Schmidt, O. Th.*: c. f. *Peach, K.*, und *M. V. Tracey*: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse 3, 517-548, (1955).
- (36) *Sigmund, W.*: Biochem. Zeits. 62, 339-386, (1914), and 146, 389-419, (1924).
- (37) *Stevens, G.*, and *F. F. Nord*: c. f. *Peach, K.*, und *M. V. Tracey*: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse 3, 392-427, (1955).
- (38) *Stowe, B. B.*, *K. V. Thimann*, and *N. P. Kefford*: Plant Physiol. 31, 162-165, 1956).
- (39) *Swain, T.*: Biochem. Jour. 53, 200-207, (1953).
- (40) *Tetjurew, W. A.*: Planta, 32, 211-226, (1941).
- (41) *Ullman, S. B.*: On germination inhibitors V. Ph. D. Thesis, Herbew Univ. Jerusalem, (1940).
- (42) *Varga, M.*, and *L. Ferenczy*: Acta Bot. Hung. 3, 111-121, (1957).
- (43) *Varga, M.*: Acta Biol. Hung. 7, 39-47, (1957).
- (44) *Walger, J.*, *L. Márkus*, *F. Nagymihály*: Agrártudomány 2, 150-164, (1950).
- (45) *Walger, J.*, *F. Nagymihály*. A. M. Plósz: Agrártudomány, 2, 206-209, (1950).

**EXAMINATION OF GROWTH-INHIBITING SUBSTANCES SEPARATED
BY PAPER CHROMATOGRAPHY IN FLESHY FRUITS
III. CHANGE IN CONCENTRATION OF GROWTH-INHIBITING
SUBSTANCES AS A FUNCTION OF THE RIPENING**

By

MAGDALENA VARGA

Institute for Plant Physiology of the University of Szeged

(Received 12, September, 1957)

Introduction

In previous papers (5, 6) the detection by means of bio-assay of the inhibiting zones on paper chromatograms obtained from the ether extracts of different fruit juices, furthermore the results of the examinations concerning the identification of these inhibiting substances — particularly regarding the β -inhibitor-complex — were published.

The present paper deals with paper chromatographic studies of the change in concentration of the growth-inhibiting substances in fleshy fruits as a function of the ripening. There are namely very few literary data available as to how the amount of the ether-extractable inhibiting substances of the fleshy fruits changes in the course of the ripening, and the few ones also contradict one another (1, 2, 3). This was one the aims which prompted us to carry out these investigations; the other was a practical one to obtain data concerning the isolation of the β -inhibitor-complex: to establish which is the most suitable stage of maturity for the extraction of these substances and which is the most profitable as regards the yield.

Material and method

The experiments were carried out in 1956/57 with the following three fruits the morphological structure of which varied: *Prunus avium* L. »Early Boppard«, *Ribes uva-crispa* ssp. *reclinatum* (L.) Schwarz, and *Fragaria ananassa* Duch. »Eszterházy«.

The period between the deflorescence and the anticipated ripening was divided into five equal parts and the extraction of the growth regulating substances was carried out on samples from the same individuals at the five periods mentioned. The ovules were removed from the freshly picked fruits (in the case of straw-

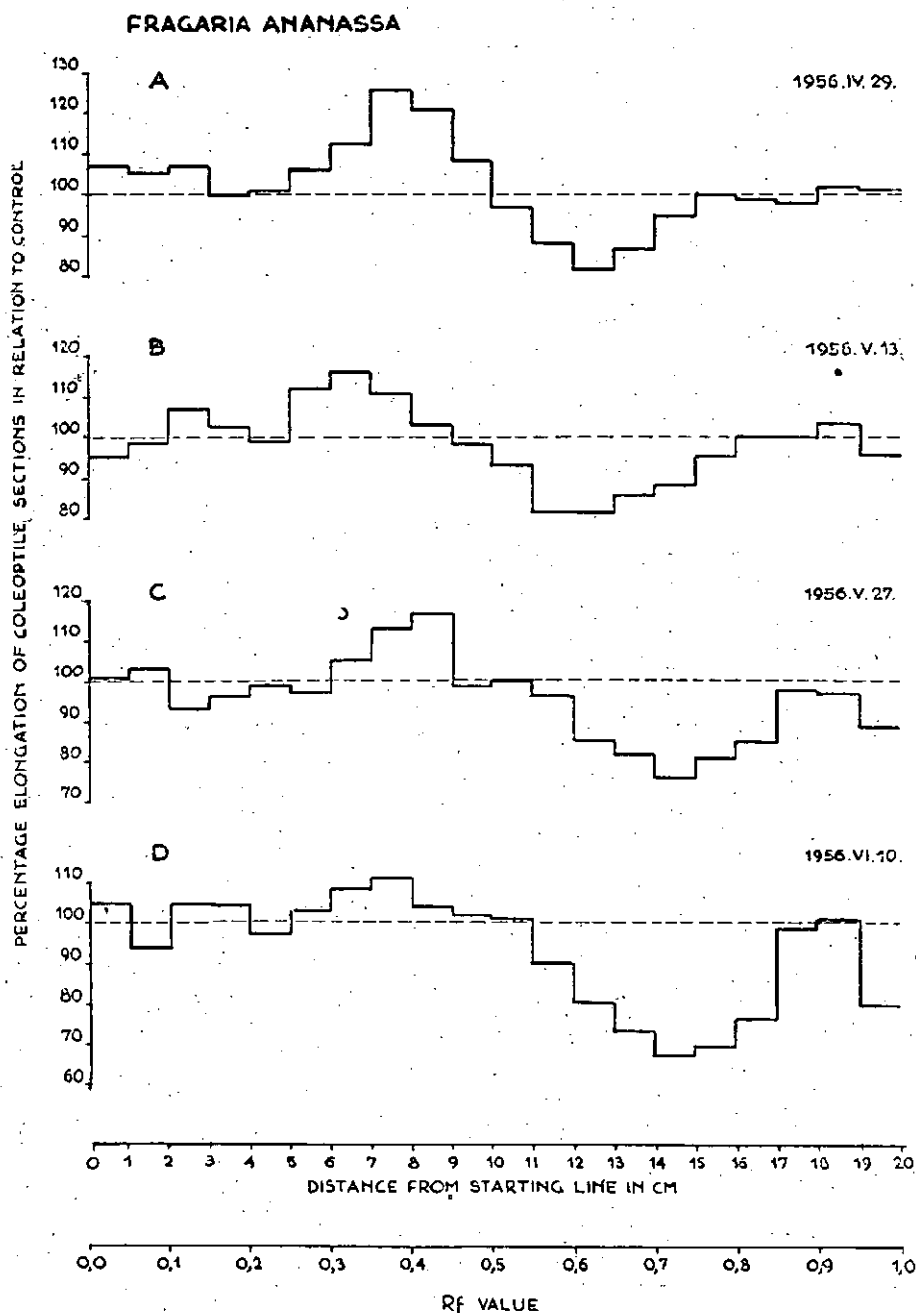


Fig. 1. Elongation of wheat coleoptile sections in the eluate of 1 cm paper segments of the chromatograms made with the ether extract of strawberries the stage of maturity of which differed. (Standard error $\pm 2\%$).

berries the achenes) as well as all tissues with the exception of those which turn into flesh. This manipulation was an extremely complicated procedure and in the case of the youngest fruits of the gooseberries and strawberries the yield was so low that in the first planned period the experiments could not be carried out satisfactorily.

The content of the growth regulating substances of the prepared tissues were related — for the sake of realistic comparison — to the same dry material. The growth substances of the fruit tissues were extracted with peroxide-free ether at 0° C and a quantity corresponding exactly to 3,0 g. of the dry weight of the extract was used for the preparation of the chromatograms. From this quantity five 20 cm ascending chromatograms were made with isopropanol: ammonia (sp. gr. 0,88): water 10:1:1 solvent, on *Sch & Sch No. 2043b* paper, in the dark at 23° C. Three of the developed chromatograms were submitted to three parallel bio-assays and two of them were sprayed with bromocresolgreen and FeCl₃ solution after having been analysed in UV light.

The bio-assay of the chromatograms was performed by the wheat coleoptile test in the manner described previously (5, 6). All the data reported represent the average of the growth responses of 30 coleoptile sections.

Experimental results

1. The results obtained with strawberries are shown on histograms illustrating four successive periods in *Fig. 1*.

The growth responses observed between R_f 0,0—0,3 vary to a great extent. In view of the fact that the short chain organic acids and tannic acids localized here exert two kind of activity and their quantity varies considerably, furthermore that the precursors of IAA are also located here, this part of the chromatograms is difficult to evaluate.

At the period of intensive growth the IAA (R_f 0,3—0,4) is present in relatively large amounts in the unripe fruit tissues (A) into which it diffuses from the developing ovules. However, in the ripe fruit the size of which does not change any more, the content of IAA decreases significantly (D).

Already the quite young fruits contain the β -inhibitor-complex (R_f 0,55—0,85) in quantities producing definite inhibitions (A). The increase of the inhibitory effect exerted on the coleoptile sections proves that the concentration of the β -inhibitors increases progressively during the ripening (B, C, D).

The essential oils of the strawberries localized in the inhibiting zone under the front line only begin to accumulate in concentrations exerting an inhibitory effect towards the middle of the ripening period, the largest amounts may be found in the completely ripe fruits.

2. The data concerning gooseberries are shown on the histograms in *Fig. 2*.

The results are quite similar to those obtained with strawberries. It seems remarkable that the β -inhibitor-complex is present in an approximately identical concentration in the half ripe (B, C) and the quite ripe (D) berries. The same holds good for the essential oils.

3. The changes in concentration of the growth inhibitors concerning the fleshy fruits of the cherry can be seen on the five histograms of *Fig. 3*.

In the part of the chromatograms in range of the R_f values 0,0—0,25 a mild inhibitory effect appeared everywhere showing that the short chain carbonic acids and tannic acids are present in comparatively larger amounts, i. e. in

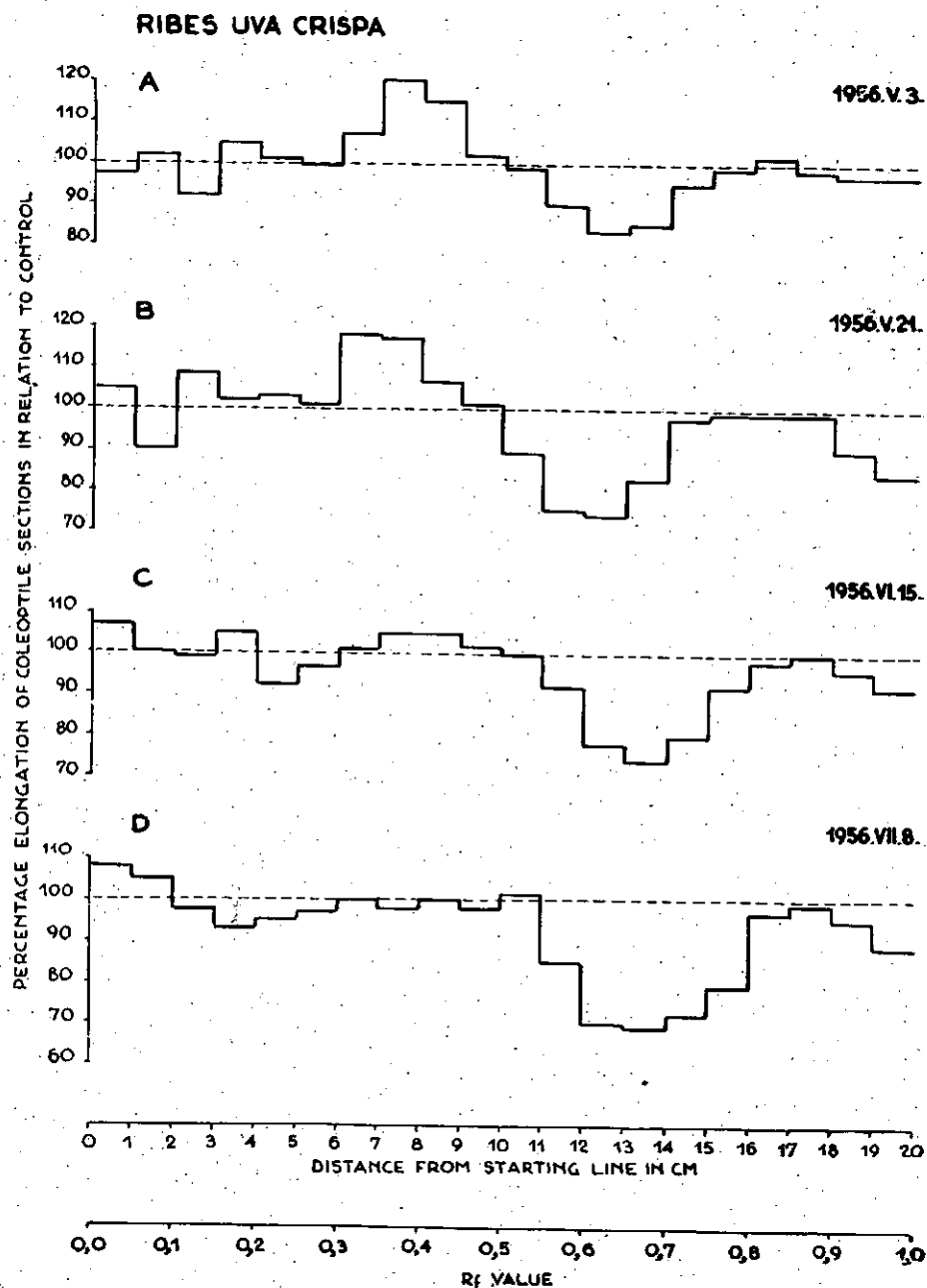


Fig. 2. Elongation of wheat coleoptile sections in the eluate of 1 cm paper segments of the chromatograms made with the ether extract of gooseberries the stage of maturity of which differed. (Standard error $\approx 2\%$).

PRUNUS AVIUM

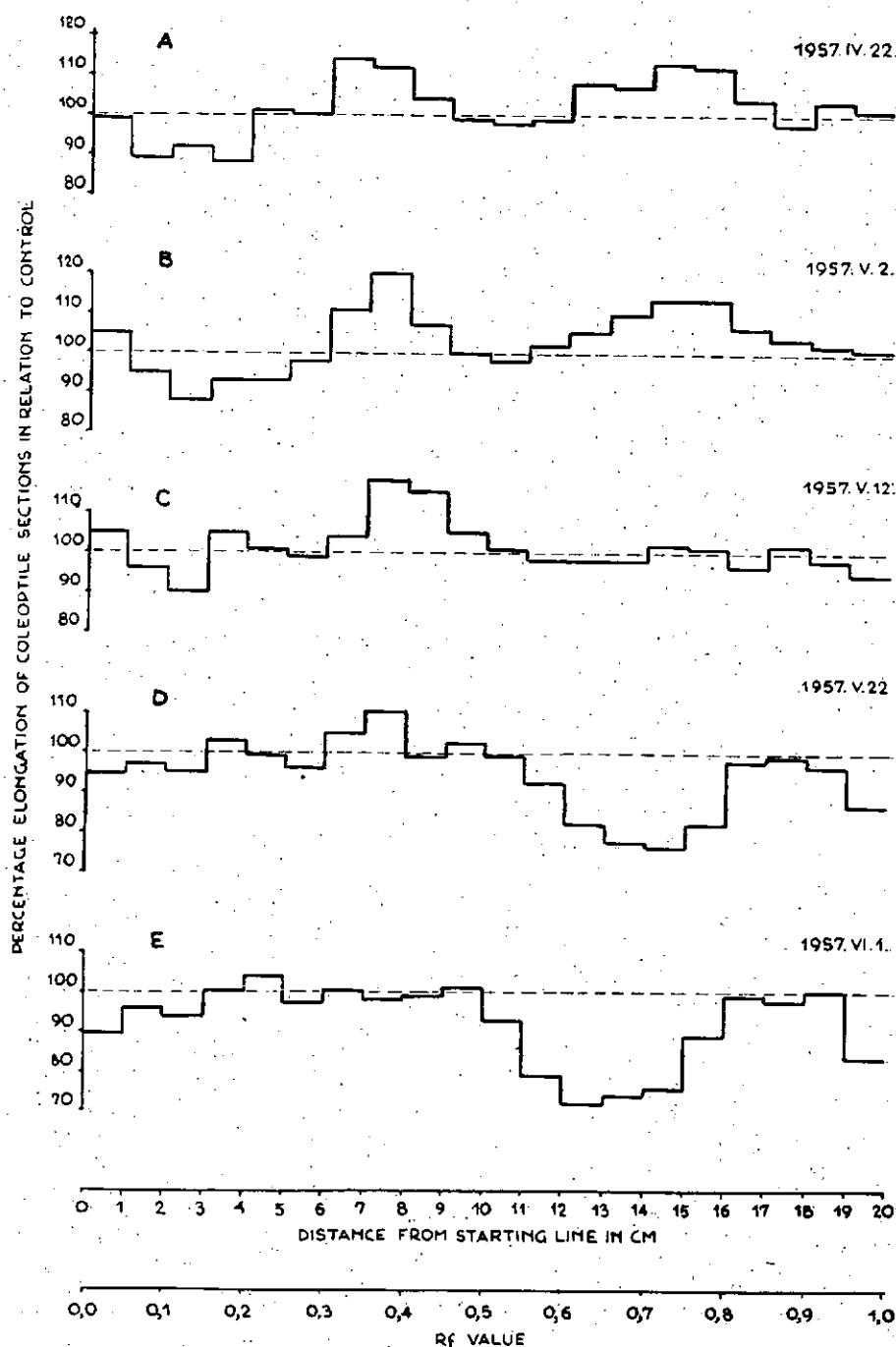


Fig. 3. Elongation of wheat coleoptile sections in the eluate of 1 cm paper segments of the chromatograms made with the ether extract of cherries the stage of maturity of which differed. (Standard error $\pm 2\%$).

inhibitory concentrations. This inhibitory effect, however, diminishes during the ripening (*D*, *E*).

Concerning the amount of the β -inhibitors, it was surprising that they produced in the young fruits instead of an inhibition a pronounced promotig effect (*A* and *B*) and even towards the middle of the ripening period no inhibitory effect could be detected (*C*). When the fruits began to get red (*D*) and in the case of the ripe ones (*E*), however, the inhibiting zone was already marked and their activity was about the same. Hence it could be assumed that the concentration of the β -inhibitor-complex of the cherries examined was initially so low that it elicited a promoting effect in the course of the bioassay. To prove this assumption numerous chromatograms were prepared with the ether extract of 250 g. ripe cherry juice and the corresponding zones (R_f 0,55—0,80) were eluted with ethanol. The eluate was evaporated dry at 50° C at low pressure and the residue was dissolved in 5 ml distilled water. In 3 ml of different dilutions of the standard solution 10 coleoptile sections were incubated. According to Fig. 4 exhibiting the experimental results, low

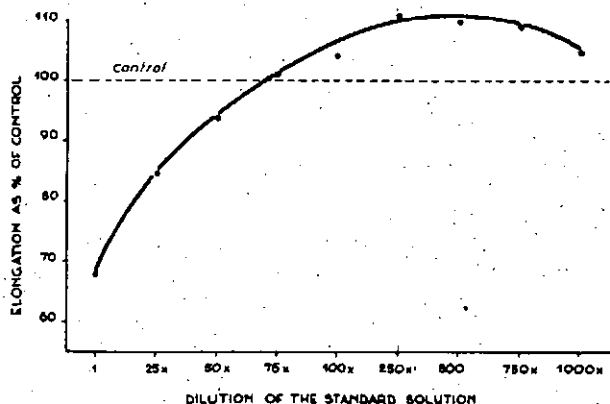


Fig. 4. Growth responses of wheat coleoptile sections in dilutions of the β -inhibitors of cherries. (The average of 3 parallel examinations).

concentrations of the β -inhibitor-complex of the cherry actually promotes growth.

The amount of the essential oils changes in cherries like in the two fruits dealt with above.

4. Beside the three fruits analysed in detail above, the inhibiting substances of other half ripe fruits (apple, apricot, plum and cucumber) were also examined to establish whether or not the β -inhibitors are already present in the fruit tissue? For comparison an extract corresponding to 0,5 g. dry material was dropped onto each chromatogram.

In most of the fruits mentioned (apple, apricot, plum) a large inhibiting zone between R_f 0,55—0,80 could be observed when they were only half ripe. However, the chromatograms of the half ripe cucumber did not show any inhibition on this area (Fig. 5), although the β -inhibitor zone of ripe cucumbers is very pronounced (6).

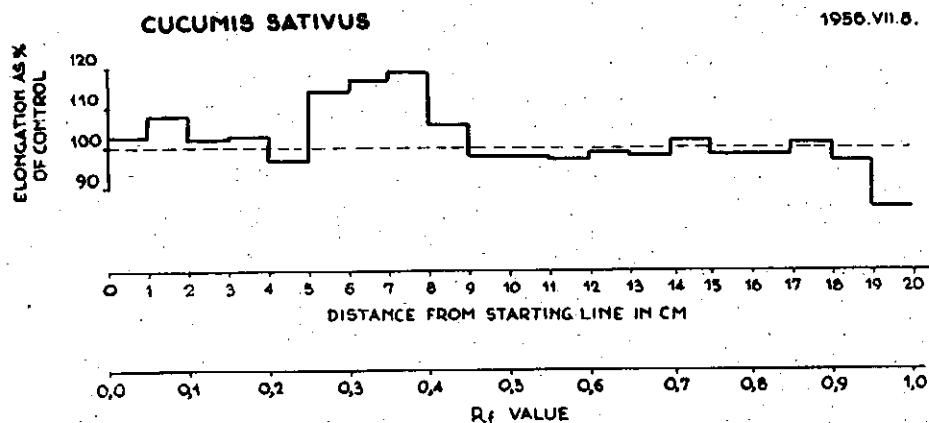


Fig. 5. Growth responses of wheat coleoptile sections in the eluate of 1 cm paper segments of the chromatograms of half ripened cucumber. (The average of 3 parallel examinations).

Discussion

From results obtained at the bio-assay connected with paper chromatography of ether extracts of fruits the maturity of which differed, the following conclusions may be drawn.

It may be established that the high IAA content of the tissues of intensively growing fruits continually decreases in the course of the ripening and when the fruits are completely ripe it cannot be observed at all, or only in insignificant quantities. LUCKWILL (4) also reported the absence of IAA in ripe apples.

The change of the amount of the β -inhibitor-complex during the ripening is not the same in the different fruits, inasmuch as it accumulates in concentration effecting a significant inhibition at the bio-assay in some fruits relatively earlier and in others later. In this respect there are not only differences due to the species, but also some due to varieties, what more probably also to individual deviations caused by external factors. WALGER et al. (7) also mention differences in the concentration of the inhibitors in the individual fruits of squash.

The results point to the fact that the extraction of the β -inhibitor-complex can already be carried out properly in the case of half ripe fruits, however, the isolation is the most profitable if the fruits are quite ripe.

The essential oils of the fruits also begin to accumulate in inhibiting concentration towards the middle of the ripening period, they reach the maximal quantity in full ripe fruits.

These results do not agree with those of MOEWUS (2, 3) according to which cherries and other fleshy fruits contain inhibiting substances in large amounts particularly in the unripe stage, but are rather in accordance with those of KAUFMANN (1), who states that the riper the cucumber fruits the larger the inhibitory effect they exert on germination of seeds.

Summary

Ether extracts of strawberries, gooseberries and cherries the stage of maturity of which differed were chromatographed and bio-assayed to study the change in concentration of their growth-inhibiting substances, particularly that of the β -inhibitor-complex, in the course of the ripening.

It could be established that during the ripening the high IAA content of the developing young fruits continually diminishes and that it can usually no more be detected when the fruits are quite ripe.

In some of the young fruits the β -inhibitor-complex accumulates in inhibitory amounts relatively earlier and in others later, and reaches its maximum in the entirely ripe fruits. Hence, the extraction of the inhibitors is most profitable when the fruits are in the state of full maturity.

The essential oils of the fruits also begin to accumulate in inhibitory concentrations towards the middle of the ripening period and the largest amount may be found in the quite ripe fruits.

References

- (1) Kaufmann, E.: *Planta* **33**, 516, (1943).
- (2) Moewus, F.: *Der Züchter* **19**, 108, (1948).
- (3) Moewus, F.: *Biol. Zentralblatt* **68**, 58, (1949).
- (4) Luckwill, L. C.: *Science* **3189**, 225, (1956).
- (5) Varga, M. and L. Ferenczy: *Naturwiss.* **44**, 398, (1957).
- (6) Varga, M.: *Acta Biol. Hung.* **7**, 39, (1957).
- (7) Walger, J., L. Márkus, and F. Nagymihály: *Agrártudomány* **2**, 150, (1950).

EXAMINATION OF GROWTH-INHIBITING SUBSTANCES SEPARATED BY PAPER CHROMATOGRAPHY IN FLESHY FRUITS

IV. PAPER CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF LEMON JUICE CONTAINING GERMINATED SEEDS

By

MAGDALENA VARGA

Institute for Plant Physiology of the University of Szeged

(Received September 25, 1957)

Introduction

In the course of paper chromatographic examinations of growth-inhibiting substances of various fleshy fruits (6, 7, 8) it could be established that the derivatives of cinnamic acid and benzoic acid summarized under the name of β -inhibitor-complex are mainly, and the essential oils partly, responsible for the commonly known inhibitory activity of fruit juices. From these results it can be concluded that in the overripe, rotting fruits already containing germinated seeds these inhibiting agents are missing or only present in insignificant amounts. The aim of this work is to prove experimentally this conclusion.

Material and method

The lemons used for the experiments were kept from spring to autumn for a period of about 6 months in a closed glass container. During this time the seeds contained in the fruits, but for a few exceptions, germinated (*Photo 3*) and the sprouts and roots of some larger seedlings even penetrated through the exocarpium becoming thus also visible from the exterior. (*Photo 1 and 2*).

100 ml. fruit juice (pH 2.75 and 2.4 respectively) was pressed out of the lemons containing germinated seeds as well as out of normal ones used as controls. The growth-inhibiting substances were extracted in the manner described in a previous paper (7) with peroxide-free ether at 0° C., then five 20 cm. chromatograms, each having 3 start points, were prepared with isopropanol: ammonia: water 10:1:1 solvent on Sch & Sch No. 2043b paper. Two of these chromatograms were bio-assayed with wheat coleoptile sections and two others with *Papaver* seeds (the procedure was similar to that reported previously 7), the fifth was sprayed with FeCl_3 reagent after it had been analysed in UV light. The average results were calculated as percentage of the controls.

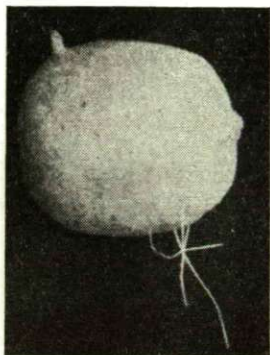


Photo 1:
Lemon fruit containing seedlings

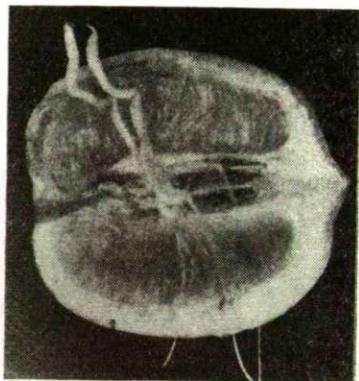


Photo 2: Length-section of the
fruit illustrated in Fig. 1.

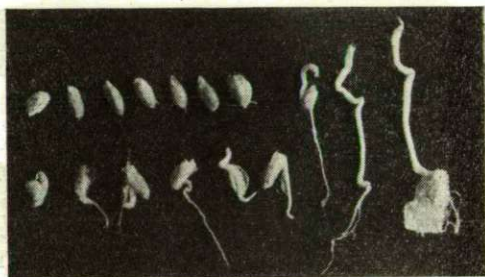


Photo 3: Germinated seeds and seedlings prepared from the fruit

Experimental results

The results of the bio-assay of the chromatograms are illustrated on Figs. 1. and 2.

Part A) shows the growth and germination responses observed in the eluta of the chromatograms made from the fruit juice of normal lemons. Both the coleoptile- and the seed test indicate a pronounced inhibition in the range of R_f 0,0—0,2 where the tannic acids and the short chain carbonic acids — in this case mainly citric- and malic acid — are located (8). A total inhibition prevails in the area between R_f 0,65—0,85 in the so-called β -inhibitor zone (3, 6, 7, 8, 9) and at R_f 1,0 where the essential oils are situated (8).

Part B) of Figs. 1 and 2 on the other hand, exhibits the results regarding the identical amount of fruit juice of lemons containing germinating seeds and seedlings, respectively. The lower sector of these chromatograms (R_f 0,0—0,2)

the coleoptile sections do not indicate any inhibition, on the contrary a rather mild promotion may be observed. In the *Papaver* seed test the germination inhibition, which may be attributed to short chain organic acids localized here, is also quite insignificant. According to earlier results (6, 7, 8, 9) the promoting spot obtained with the coleoptile test at R_f 0.35, which however, the seed test does not indicate, is due indole-3-acetic acid.

Both types of biological assay prove unequivocally that the group of aromatic acids summarized under the name of β -inhibitor complex (R_f 0.65—0.85), which exert in the fresh lemon a very strong inhibiting activity, occurs in the juice of fruits containing germinated seeds only in quite insignificant quantities. The same holds good for the essential oils (R_f 0.95—1.0).

The results of the analysis of the chromatograms in UV light and the spraying with $FeCl_3$ are in good agreement with those of the biological experiments. On the chromatograms of normal lemons the substances of the in-

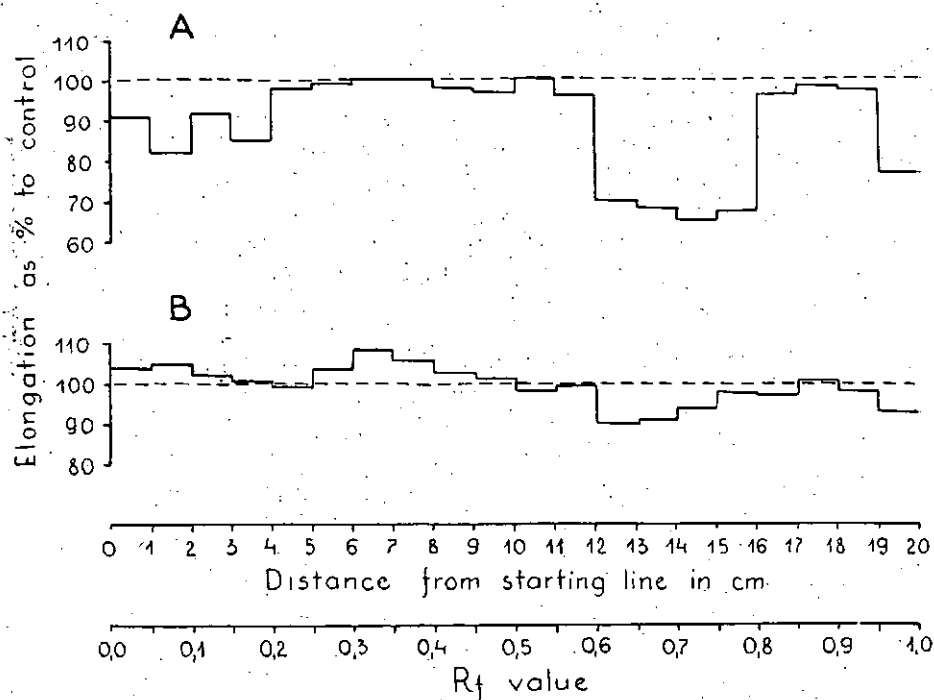


Fig. 1: Elongation of wheat coleoptile sections in the eluate of 1 cm. paper segments of the chromatograms made with the ether extract of normal lemon (A); and of that containing germinated seeds (B). Standard error \pm 2%.

hibiting zones show a bright fluorescence (described in detail in 8) and after treatment with $FeCl_3$ the spots of the tannic acids (R_f 0.05—0.25) and the salicylic acid (R_f 0.65) are well visible. On the other hand, on the chromato-

grams of the fruits containing germinated seeds the corresponding spot are much fainter and smaller in UV light and do not give any colour reaction after treatment with FeCl_3 .

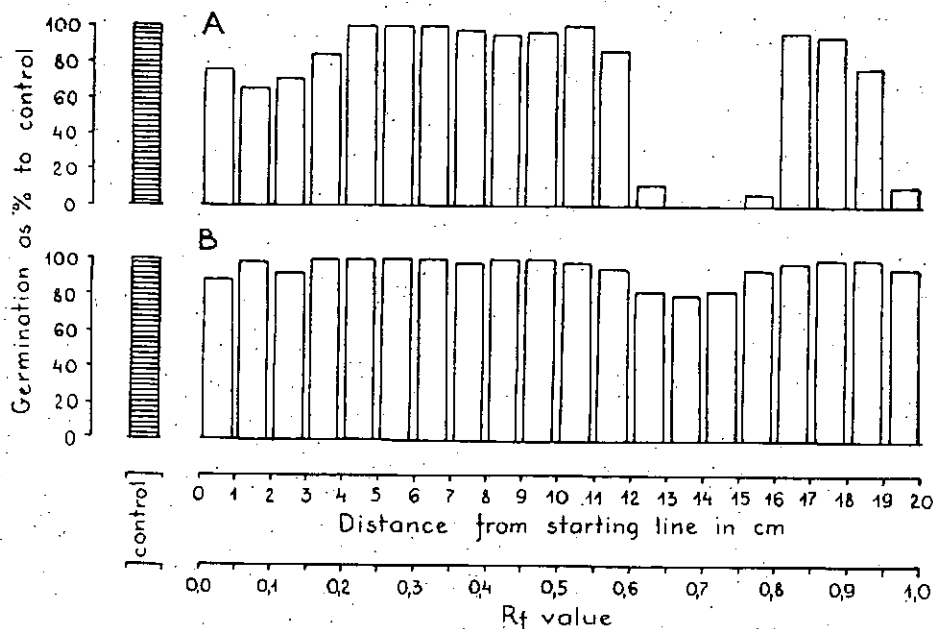


Fig. 2: Germination of *Papaver* seeds on 1 cm. paper segments of the chromatograms made with the ether extract of normal lemon (A); and of that containing germinated seeds (B). Standard error $\pm 2\%$.

Discussion

In a previous paper (6, 7) the conclusion was drawn that the inhibiting activity of fruit juice must be mainly attributed to aromatic acids (denoted as β -inhibitor complex) and essential oils and that in this respect the action of aliphatic carbonic acids is only secondary. The results reported in the present paper are entirely in accordance with this establishment and confirm it. Indeed, in the juice of lemon containing germinated seeds the β -inhibitor complex — which in the course of the identification (8) proved to be a mixture of salicylic acid, *o*- and *p*-coumaric acid and ferulic acid — is no more present in biologically significant quantities and similarly the amount of essential oils and aliphatic carbonic acids is also reduced.

For the correct interpretation of the data one must take the circumstance into account that the inhibitory responses observed at the biological test and demonstrated on the Figs. were obtained with highly condensed substances and that the same quantity of inhibitors is actually distributed in 100 ml. juice, i. e. in about $1\frac{1}{2}$ lemons of medium size. Consequently, it may be stated that the content of inhibitors in the juice of lemons containing ger-

minated seeds is so insignificant that in spite of the advantageous conditions it cannot retard the growth of the seedlings.

The reduction of the amount of aliphatic acids is shown on the one hand, by the fact that their inhibitory effect turns into a promoting one which is a characteristic feature of the low acid concentrations, and on the other, by the rise of the pH of the fruit juice.

On the chromatograms of the lemons containing seedlings the presence of IAA — which cannot be detected on those of freshly picked fruits — is marked. Most probably the formation of IAA is a result of the decomposition taking place in the fruit tissue.

The fact that seeds germinate in fleshy fruits is described in numerous earlier papers (1, 2, 4, 5) as a rare phenomenon. It is very likely that also on these cases this is due to the absence of the inhibitors mentioned above.

Summary

Ether-extractable inhibiting substances of the juice of lemons containing germinated seeds and seedlings respectively, were chromatographed and bio-assayed. According to the results the derivatives of cinnamic- and benzoic acid summarized under the name of β -inhibitor complex — which is fresh lemons primarily responsible for the strong inhibitory action of the fruit juice — can only be found in quite insignificant quantities in these fruits. The amount of the other inhibiting agents in fruit juice, the essential oils and aliphatic organic acids decreases to a great extent too.

References

- (1) Ascherson, P.: Keimung im inneren eines Apfels. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg, **17**, 79–80, (1936).
- (2) Costelus, P.: Keiming van zaaden binnen de vrucht. Gent. Bot. Jaarboek Dordonea, **10**, 185–241, (1898).
- (3) Ferenczy, L.: Examinations of ether-extractable growth- and inhibiting substances in grapes and water melon with paper chromatography. Fyton, in press (1957).
- (4) Keller, M.: Melon with seeds germinating. Gard. Chronicle London, **12**, 128, (1898).
- (5) Oppenheimer, H.: Das Unterbleiben der Keimung in den Behältern der Mutterpflanze. Sitz. Ber. Akad. Wiss. Wien., **131**, 279–311, (1922).
- (6) Varga, M., and L. Ferenczy: Paperchromatographic examination of inhibiting substances in fleshy fruits. Naturwiss., **44**, 398–399, (1957).
- (7) Varga, M.: Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. I. Results of the bio-assay of the chromatograms obtained from the ether extract of the fruits. Acta Biol. Hung. **7**, 39–47, (1957).
- (8) Varga, M.: Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. II. Identification of the inhibiting substances of the chromatograms. Acta Biol. Szeged., **3**, 213–223, (1957).
- (9) Varga, M.: Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. III. Changes in concentration of the inhibiting substances as a function of the ripening. Acta Biol. Szeged., **3**, 225–232, (1957).

NUTRITION CONDITIONS OF RICE AT THE TIME OF THE APPEARANCE OF THE BLAST («BRUZONE»)

By

R. VÁMOS

Institute for Plant Physiology of the University of Szeged

(Received Oktober 16, 1957)

Damage is being done by the extensive root rot to the rice plants in the limeless alkaline soils and the meadow clay East of the river Tisza. Such an extensive root rot, however, is not to be noted in the lime alkaline soils («szik») between the rivers Danube and Tisza. The roots are here healthy and of white colour. (Fig. 1, 2.) The cause of the root rot in limeless alkaline and meadow soils, is to be attributed primarily to the toxic effect of the hydrogen sulphide formed in the soil and the products of the butyric acid fermentation (4, 7, 9, 12) The root rot is one of the characteristic symptoms of the «bruzone». The affected plants can be easily, almost without any resistance, removed from the soil whereas to pull out the healthy ones a considerable force is needed owing to their intact roots.

The roots of the injured plants serve merely to secure the fixation to the soil. Failure of root supply, the absence of root hair cause disturbances in the nutrition. The plant is in want of the beneficial activity of rhizosphere bacteria due to the absence of active root hair. To replace the dead roots adventitious roots develop even from the higher nodes (partly in the water, partly above the surface of water) (Fig. 3). The ears of such specimens are in general empty, the upper part of the leaves becomes dry and necrotic spots appear on the leaves still functioning. On the transsection of the nodes, mainly in the fascicles, in a more advanced condition on the whole transsection, brown-colored portion, so very characteristic of the disease, can be recognized. The adventitious roots presumably due to the shift of the redox-potential level connected with the deficiency of oxygen, are often negative geotropic. The flexibility and branching are characteristic of the thin roots. Yet in the soil owing to calcium deficiency thickened, fragile gelatinous branching and hairless roots are developed (8). The more injured the roots are, the more important becomes the role of the adventitious roots. The adventitious roots under water losing entirely every contact with the organic and inorganic nutrients in the soil are fully reduced to the salts solved in the water, i. e. to their ions.

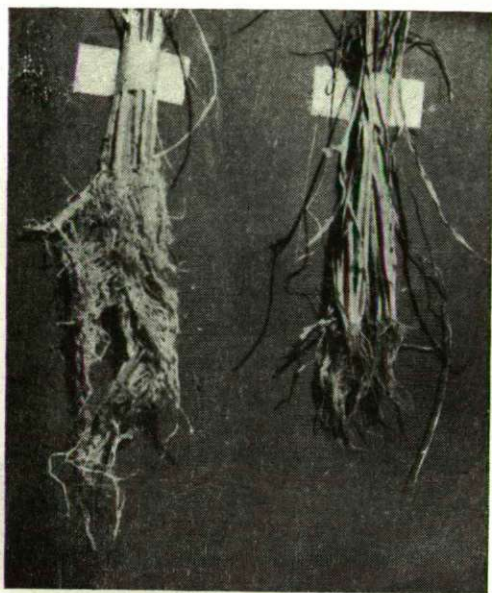
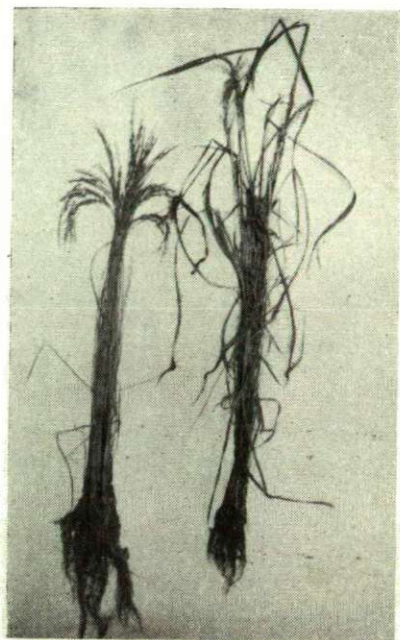


Fig. 1-2. Healthy and injured rice plants and their roots.

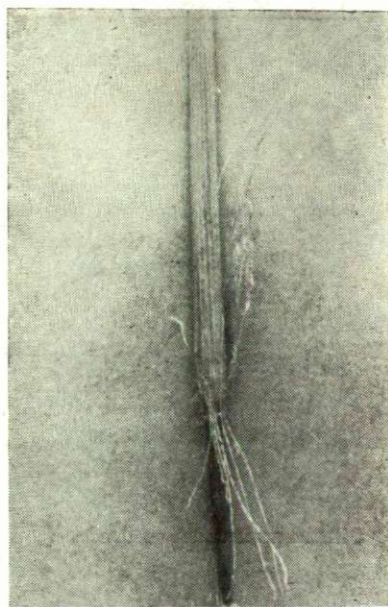


Fig. 3. Adventitious roots.

Experimental

To elucidate the nutrition conditions of the adventitious roots examinations were carried out with the rice grown in the fields and waters of the region Szeged—Hódmezővásárhely between 1—15 August 1957. Results are shown in Table 1.

It is clear from the data that the water of the affected and healthy rice fields, as food source, shows no significant difference, yet plant of deep and healthy roots, compared with the injured ones, have much more favourable nutritive conditions because the chemicals of the soil are available.

The quantity of the available nutrients, total N and S— in the soil of the affected fields at the time of the appearance of the disease is denoted below. (Table 2.)

Comparing the data of Table 1. and 2. it is evident that the flooded water is considerably poorer in nutrients than the soil, consequently the plants of healthy roots and those dependent merely on the adventitious roots are living in very different conditions. A lower pH-value characterizes the water of root rot fields wherein the manganese-, nitrate-, sulphate- and phosphate-ions are deficient (see Table, 1, columns 11, 14, 17 and 18). Besides the iron as well as ammonium-ion are absent or in a very minimal quantity (Table 1., columns 12 and 16). In the water of healthy fields the phosphate-ion occurs sometimes in traces and somewhat more but still in a very slight quantity also ammonium-ion.

Discussion

N deficiency of the flooded water.

The $\text{NO}_3\text{-N}$ disappears from the soil a few days after flooding. The N-source of the rice is the ammonia but this is adsorbed by the colloids in the soil. Thus it is absent or found only in a minimal quantity 0,1—0,2 mg/l, in the water of both the healthy and injured fields, while the ammonia is available for the plants of healthy roots from the soil in sufficient quantity, its quantity available from the water for the affected plants is slight. Beside the soil adsorption the microbiological bond plays also a role in the formation and development of the ammonia deficiency. The ammonia as a result of the decomposition of protein, not adsorbed by the soil, is mainly utilized by the algae as well as by other microorganisms, e. g. bacteria (*Desulfovibrio desulfuricans*) living in water and mud.

That sufficient quantity of nitrogen is available in the soil for the plant at the end of the vegetation, and during the critical period respectively, is shown in Table 2.

FÜLEKY, NAGYMIHÁLY *et al.* (2) stated that the injured rice is deficient in nitrogen even in soils rich in nitrogen and the protein synthesis stops in plants decidedly damaged by »bruzone«. The ammonia-nitrogen was accumulated and in every case was higher than the amid-nitrogen. The reason for the formation of the conditions afore-mentioned is explained by the nutri-

Table I.

Farms	Signs	Condi- tions	pH	Total residue	Alkalinity	Total hardness	mg/l												
							Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Mn	Fe	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	SO ₄ ⁼	PO ₄ ⁼	SiO ₂	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Kopáncs	V ₁₁	healthy	7,7	378	4,6	12,4	45,7	21,7	4,9	—	—	50	—	—	—	—	—	2,0	
Kopáncs	V ₆	"	7,6	554	5,2	10,0	25,7	27,7	4,9	—	—	70	—	—	0,2	—	—	—	
Kopáncs	V ₄	"	7,5	408	5,2	9,9	42,3	23,4	5,3	—	—	54	—	—	0,1	—	—	—	
Kopáncs	V ₁₂	"	7,5	488	6,0	15,0	43,6	35,0	6,7	—	0,05	58	—	—	0,1	—	traces	—	
Kopáncs	W	"	7,8	372	4,8	11,8	47,1	22,8	5,1	0,137	—	40	—	—	—	—	traces	4,2	
Gencshát	G	"	7,6	370	3,0	11,2	51,4	17,3	6,0	0,06	0,05	84	—	—	—	—	—	—	
Kopáncs	V ₁	"	7,8	461	6,2	10,0	48,2	23,3	8,2	—	—	49	—	—	0,1	—	traces	—	
Kopáncs	Ü	"	7,8	332	4,0	13,4	31,4	17,3	6,2	—	—	42	—	—	0,2	—	—	2,0	
Vajhát	Ö ₁₀	injured	7,2	398	3,2	9,6	35,5	10,4	4,3	—	—	26	—	—	0,05	—	—	6,6	
Vajhát	Ö ₁₄	"	7,15	424	3,4	10,0	45,7	13,8	7,1	—	0,1	28	—	—	0,1	—	—	7,2	
Vajhát	Ö ₁₀	"	7,2	322	4,0	10,2	47,3	10,2	5,9	—	0,15	29	—	—	—	—	—	8,0	
Vajhát	Ö ₁₃	"	7,3	267	3,0	8,4	44,3	9,5	4,6	—	—	30	—	—	—	—	—	6,0	
Vajhát	Ö ₁₀	"	7,3	304	3,3	9,1	39,0	12,7	6,1	—	0,05	26	—	—	0,1	—	traces	6,6	
Palé	P ₁	"	7,4	442	4,4	11,0	47,1	19,3	7,6	—	—	68	—	—	0,1	—	—	2,8	
Palé	P ₂	"	7,3	442	4,0	12	52,8	12,9	7,3	—	—	72	—	—	0,1	—	—	4,2	
Palé	P ₃	"	7,4	414	—	10,6	43,1	14,7	8,8	—	—	58	—	—	0,2	—	—	8,0	
Fresh flood water (Tisza)	T	"	7,2	308	3,0	7,4	44,2	7,01	3,1	—	0,05	26	—	—	—	50,1	—	6,0	

ment deficiencies, primarily that of phosphoric acid and of sulphur due to the changed nutritive conditions. Rice of healthy roots can utilize also considerable quantity of nitrogen beside sufficient uptake of phosphorus, sulphur and manganese. Our common experiments with TAKÁCS support the beneficial effect of ammonium sulphate before earing (10).

Table II.

Soil samples	NO ₃ -N	NH ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total-N	S
	mg/100 g					
No. 1.	—	2,6	2,8	6,3	125	8,0
No. 2.	—	4,5	7,2	4,0	161	4,6
No. 3.	—	2,8	12,7	5,8	219	7,4
No. 4.	—	9,6	9,0	10,8	213	5,24

Deficiency of phosphorus in flooded water.

As the availability of phosphorus is not influenced directly by the hydrogen sulphide, there is always sufficient phosphorus in the soil, however, it is absent in the flooded water. The plants reduced merely to adventitious roots are manifestly deficient in phosphorus. Deficiency of phosphorus inhibits the synthetic reactions. In the case of complete deficiency the formation of carbon-chain, amino-acid and the development of seeds cease. When this is partial the ripening is delayed, the leaves are dark green, sometimes bluish (onion-like), even the seeds themselves keep their green colour (3). The slow ripening was particularly remarkable in 1957 in the fields affected with root rot.

Sulphate deficiency in flooded water.

The sulphur taken up in form of sulphate ion is essential for the protein synthesis. The deficiency of sulphur in dry cultivation is not a problem as our fields possess the S quantity needed. The water of the river Tisza used for flooding contains in general 30—40 mg/l sulphate ion on an average. This quantity, however, in constantly flooded fields may significantly be decreased in consequence of anion adsorption and of the sulphate reduction (7, 9, 12) as well as a result of the microbiological bond due to the microorganisms, (mainly algae) living in the water or — as it has been noted in the analytical examinations (Table I., column 17) — may totally disappear. To supply it is markedly beneficial. A remarkable effect of the top fertilization with ferrous sulphate was observed in the rice fields Szeged—Baktó in 1955. The chlorotic plants regained their green colour after application. The sulphur requirement of the rice is secured by top fertilizing with ammonium sulphate. The American produced fertilizers (Ammono-Phos-Ko) used for top dressing to supply the sulphur deficiency contain 7—15% sulphur.

Deficiency of potassium in rice plants.

The appearance of the symptoms of this deficiency is presumably due to the cessation of the protein synthesis. Namely this results the accumulation of ammonia in the rice plant. The ammonia inhibits (1, 8) both the uptake and utilization of the potassium. As the synthesized N-compounds can not migrate any more in the dead seeds the ammonia-N increases in the damaged plant. Though both the soil and the water be rich in available potassium, the plant with empty ear often exhibits also symptoms of potassium deficiency.

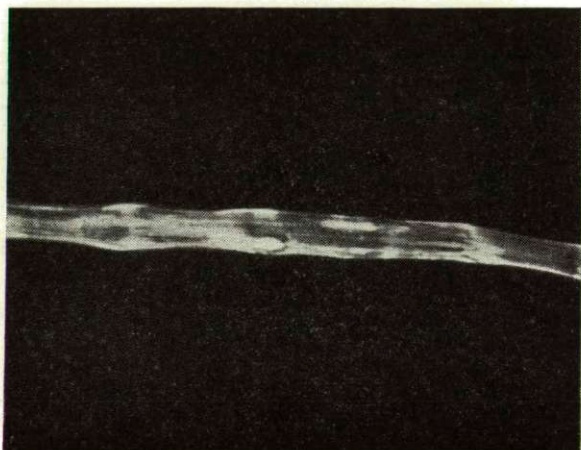


Fig. 4. Injured leaf.

Deficiency of manganese in flooded water.

In contrast to the soil the plant can not obtain Mn from the water because it is precipitated into MnO_2 , whereas in the mud — due to absence of oxygen — it remains in solution as manganese ion. The manganese is an essential constituent for rice. When absent the very active Fe^{++} iron is accumulated in the cells exerting a toxic effect on the plant. The manganese deficiency may indirectly contribute to the cessation of the protein synthesis too.

Moreover such trace elements may be absent which are rendered unavailable by the hydrogen sulphide produced in the soil.

The results of the examinations regarding the »bruzone« disease of the rice deny the possibility of nitrite toxicity repeatedly suggested. The examinations reveal a complete deficiency of NO_2 . Under the above-mentioned circumstances no nitrite can be produced either by nitrate reduction (absence of nitrate!) or nitrification (absence of oxygen!).

Consequently the activity of the dead soil roots can not be replaced by the adventitious roots. The rice gets its nutrients from the soil and not from the water wherein the essential elements are absent. After the destruction of the roots fungi (*Helminthosporium oryzae*, *Piricularia oryzae*, *P. grisea* etc.) (Fig. 4.) following deficiency diseases and metabolic disturbances produce the pa-

thological symptoms to which was given the name of *brown disease* (barnulásos betegség), *blast*, »bruzone«, *Aki-ochi*, *Brand* etc.

Summary

The root rot of the rice plants in the meadow clay and limeless alkaline soils is commonly known. The roots are affected by the H_2S and by the product of anaerobic fermentation (butyric acid fermentation). To replace the dead roots adventitious roots develop from the nodes. The flooded water is poor in nutrients wherein several essential elements are missing. The adventitious roots can utilize only the nutrients dissolved in the water in contrast to the deep soil roots of healthy plants.

The root rot, the deficiency diseases, the metabolic disturbances and fungi appearing on affected plants give symptoms that are called *brown disease* (barnulásos betegség), *blast*, »bruzone«, *Aki-ochi*, *Brand* etc.

References

- (1) Coleman, R. G., Richards, F. J.: Some aspects of nitrogen metabolism in barley and other in relation potassium deficiency. *Annals of Botany*, **20**, 393–409 (1956).
- (2) Füleky, Gy., Nagymihály, F. et al: A rizs barnulásos betegségének biokémiája. II. Agrokémiai Kut. Int. Évkönyve. 59–76 (1952).
- (3) Grist, D. H.: Rice. Longmans Green and Co. London. (1955).
- (4) Mitsui, S., Aso, S., Kumarawa, K. et al: The nutrient uptake of rice plant influenced by hydrogen sulfide and butyric acid abundantly evolving under waterlogged soil condition. *Trans. fifth int. Congr. Soil Sci.* **2**, 364–368 (1954).
- (5) Mori, T.: Studies on ecological characters of rice root. *Sci. Rep. of Tohoku Univ.* **6**, 121–143 (1955).
- (6) Péterfi, I.: A növények táplálkozása. Mezőgazd. és Erdészeti Állami könyvkiadó. Bukarest. (1956).
- (7) Prettenhoffer, I., Vámos, R.: A szulfátredukáló baktériumok szerepe a rizs barnulásos megbetegedésénél. *A MTA Agrártud. Oszt. Közl.* **7**, 315–322 (1955).
- (8) Szalai, I.: Növényélett. Főisk. Jegyzetellátó. Budapest (1955).
- (9) Takai, J., Koyama, T., Kamura, T.: Microbiol. metabolism in reduction process of paddy soils. Part. I. *Soil and Plant Food.* **2**, 2, 63–66. (1956).
- (10) Takács, F., Vámos, R.: A barnulásos betegség a N-bőség és az időjárás közötti összefüggés. Adatok a rizs termesztéséhez. 19–29. Szeged–Hódmezővásárhely. (1957).
- (11) Vámos, R.: The role of the soil's excess nitrogen in the »bruzone« of the rice. *Acta Biol. Szeged.* **2**, 103–110 (1956).
- (12) Vámos, R.: Microbiologic processes in limeless alkaline soils. *Acta Biol. Szeged.* **1**, 113–124 (1955).



PARS ZOOLOGICA

DIE MIKROSKOPISCHE INNERVATION DES VOGELHERZENS

Von

A. ÁBRAHÁM und A. STAMMER

Aus dem Institut für allgemeine Zoologie und Biologie der Universität Szeged,
(Eingegangen am 16. Oktober 1957)

Die Anatomie (4, 5, 8) und die histologische Struktur (10) des Vogelherzens ist schon seit langem als wohl bekannt zu betrachten (9, 12), wogegen das Studium seiner Innervation erst in neuerer Zeit in Angriff genommen worden ist. Ausser einigen, hauptsächlich in Verbindung mit der Untersuchung des Säugerherzens aufgetauchten, vereinzelt Angaben begegnen wir zum ersten Mal in den Arbeiten von SSINELNIKOW und KONDRATJEW einer ausführlichen Erörterung der Innervation des Vogelherzens. Beide Autoren haben mit verschiedenen Modifikationen des Färbeverfahrens von WOROBIEW — SCHABADASCH gearbeitet und lediglich die auch mit freiem Auge sichtbare Innervation des Epikardiums studiert (11, 13). SSINELNIKOW und andere bringen in ihren Mitteilungen ebenfalls nur makroskopische Daten und schildern nur die Innervation des Endokardiums (14).

Unseres Wissens waren wir die ersten, die die systematische Untersuchung der Innervation des Vogelherzens unternommen haben. Wir begannen mit unseren Untersuchungen im Jahr 1937 mit dem Studium der mikroskopischen Innervation des Myokardiums (1, 2). Die seither aufgeworfenen neueren Probleme, insbesondere die widersprechenden Angaben, die im Laufe der Forschungen betreffs des reizleitenden Systems des Vogelherzens zur Veröffentlichung gelangt sind, haben uns zur Fortsetzung der Untersuchung dieses Problemenkreises angeregt. Obwohl wir bestrebt waren, im Laufe unserer Erörterungen diesen ganzen Themenkreis zu behandeln, können die im folgenden mitzuteilenden Ergebnisse nicht auf sämtliche sich ergebende Fragen eine endgültige Antwort geben, liefern aber zahlreiche neue Beiträge zu der äusserst mangelhaften Kenntnis der mikroskopischen Innervation des Vogelherzens, welche sich hauptsächlich bei der Lösung der die Automatie des Herzens berührenden morphologischen und physiologischen Probleme als nützlich erweisen werden.

Material und Methoden

Zu unseren neurohistologischen Untersuchungen haben wir Herzen der folgenden Vogelarten aufgearbeitet: *Larus ridibundus* (4 Stück), *Cygnus cygnus* (1 Stück), *Anser anser* (3 Stück), *Anas anas* (8 Stück), *Bucephala clangula* (2 Stück), *Anas platyrhynchos* (2 Stück), *Vanellus vanellus* (1 Stück), *Rallus aquaticus* (2 Stück), *Otis tarda* (1 Stück), *Ciconia ciconia* (1 Stück), *Ardea cinerea* (4 Stück), *Nycticorax nycticorax* (1 Stück), *Streptopelia turtur* (1 Stück), *Columba domestica* (3 Stück), *Gallus domesticus* (12 Stück), *Meleagris gallopago* (2 Stück), *Circus aeruginosus* (4 Stück), *Pica pica* (1 Stück), *Corvus frugilegus* (1 Stück), *Corvus corone cornix* (1 Stück), *Coleus monedula turridum* (1 Stück) und *Passer domesticus* (6 Stück).

Die aufgearbeiteten Herzen entstammten ausgewachsenen Vögeln beiderlei Geschlechts mit verschiedenster Lebensweise. Von den Hühnern und Rohrweihen wurden aber auch junge, 2–3 Wochen alte Exemplare untersucht.

Aus den Herzen wurden nach der Fixierung in 10%-igem neutralen Formalin Gefrierschnitte von 15–20 μ Dicke angefertigt. Zur Darstellung der nervösen Elemente haben wir bereits im Jahre 1937 ausser der Vital-Methylenblau- und der *Ramon y Cajal*'schen Totalimprägnation die *Bielschowsky*'sche Methode als geeignet befunden. Gleichzeitig machten wir die Beobachtung, dass die reizleitenden Fasern — besonders bei der Stückimprägnation — eine starke chemische Affinität für das Silbernitrat an den Tag legen. Mit dieser Methode können aber die reizleitenden Fasern nicht in jedem Falle gleichmässig gefärbt werden, so dass sich in diesen neueren Untersuchungen das *BIELSCHOWSKY*—*ABRAHAM*'sche Verfahren als entsprechender erwies (3). Wenn anstatt der in dieser Methode vorgeschriebenen 10%-igen Silbernitratlösung eine weniger konzentriertere Lösung verwendet wird, (5–6%-ig) und die Schnitte zumindest 2–3 Tage in einem verschlossenen Raum gehalten werden und man ferner der üblichen NaOH-haltigen ammoniakalischen Silberlösung 2–3 Tropfen mehr Natronlauge hinzufügt, so werden vollkommen entsprechende Ergebnisse erhalten. Mit dieser geringgradigen Abänderung des Originalverfahrens haben wir mehrere hundert Präparate hergestellt, in welchen neben den feinsten nervösen Elementen des Herzens auch die reizleitenden Fasern in jedem Falle einheitlich imprägniert waren und auf das prägnanteste hervortraten. Wir hatten weder über Überfärbungen, noch über späteres Verblässen der Präparate zu klagen. Dies muss hervorgehoben werden, weil die Überfärbung nicht nur bei Anwendung der auch unsererseits benutzten *BIELSCHOWSKY*—*GROS*'schen Methode und dem Silberkarbonat-Verfahren von *JABONERO* eine allgemeine Erscheinung ist, sondern sich auch bei Anwendung der von *DE MEYER* (7) bei der Untersuchung des Vogelherzens angewandten *Roger*'schen Methode in lästiger Form bemerkbar macht.

Nervengeflechte

Das Vogelherz erhält, ebenso wie das Herz sämtlicher Wirbeltiere, seine Nerven von zwei Stellen, namentlich dem Zentralnervensystem und dem vegetativen Nervensystem. Die vom Zentralnervensystem stammenden Nervenfasern kommen vom *Vagus* und die vegetativen Fasern teils aus dem Hals-sympathicus und teils aus den intrakardialen Ganglienzellen. Die Fasern der beiden Systeme vermischen sich untereinander und bilden sowohl auf, als auch in der Wand des Herzens Geflechte. Im Sinne unserer mikroskopischen Untersuchungen besitzen diese Geflechte ihre Zentren. Als das eine dieser Zentren ist der zwischen dem rechten Vorhof und der rechten Kammer liegende Abschnitt des *Sulcus coronarius cordis* zu betrachten und als das andere die Basis der grossen Arterienstämme. Jedenfalls sind es diese beiden Gebiete, wo ausser den wenigen verstreut liegenden Ganglien der Vorhöfe viele Ganglien anzu-

treffen sind. Ausserdem sind an demselben Gebiet, im Verlauf der dicken sympathischen Stämme, auch verstreut liegende Ganglienzellen häufig. KONDRATJEV und SSINELNİKOW haben Ganglien aus dem Geflechtsystem der Herzoberfläche von der ganzen Oberfläche der Kammern und Vorhöfe an den Kreuzungspunkten der verzweigenden Nervenstämmen mitgeteilt. Diese Feststellungen zu bekräftigen sind wir nicht in der Lage. Wir haben an diesen Stellen Ganglien niemals angetroffen.

In den vom Gebiete des *Plexus coronarius* angefertigten und imprägnierten dünnen Schnitten ist deutlich zu sehen, dass vom Plexus dünnere und lockere Nervenstämmen sowohl zu den Vorhöfen als auch zu den Kammern ziehen, um dort das Epikardium und das Myokardium mit den entsprechenden Fasern zu versehen. Die Schnitte liessen auch in mehreren Fällen feststellen, dass an die Äste der *Arteria coronaria dextra* und *sinistra* Nervenäste aus dem auf das Gebiet des *Sulcus coronarius* entfallenden Geflechtes herantreten. Hier ist zu bemerken, dass diejenigen Äste, welche aus diesem Geflecht in das Myokardium eintreten, nicht restlos durch Vermittlung des epikardialen Geflechtes ins Myokardium gelangen, sondern aus dem tiefer gelegenen Geflechtsteil einige unmittelbar in die Muskelschicht eintreten.

Das an der Basis der grossen Arterien befindliche, an Ganglien reiche Nervengeflecht des Bindegewebes in der Vertiefung zwischen den Vorhöfen und dem *Truncus arteriosus* ist das zweite Zentrum der Herznerven. Die Dicke der in diesem Geflecht verlaufenden Nervenstämmen ist bedeutend geringer, als die der im *Sulcus coronarius* ziehenden. Es hat den Anschein, als ob das Geflecht im *Sulcus coronarius* aus einem eintretenden sehr dicken Sympathicus-Stamm entstünde. An den an der Basis der grossen Arterien liegenden *Plexus arteriosus* dagegen treten mehrere dünnere sympathische Nervenäste heran. Dicke myelinhaltige, als vom *Vagus* stammend anzusehende Fasern sind im Geflechtsystem des *Sulcus coronarius* nur in verschwindend kleiner Zahl zu sehen, während an der Basis des in dem am *Truncus arteriosus* gelegenen Geflecht die markhaltigen Fasern viel reichlicher sind.

Die Struktur der in den obigen Geflechten enthaltenen Ganglien, die Gestalt ihrer Zellen, Gestaltung, Zahl und Länge ihrer Fortsätze weisen in den beiden Geflechtsystemen Abweichungen auf, aber auch im Aufbau der Ganglien, insbesondere in ihrer Zahl bei den verschiedenen Arten, bestehen grosse Unterschiede. Diese letztere Erscheinung halten wir für besonders interessant und glauben ihre Ursache in der Grösse des betreffenden Herzens, in den ökologischen Verhältnissen, vor allem aber in der Form und Gestaltung der Ortsveränderungsbewegungen erblicken zu dürfen.

In dem auf das Gebiet des *Sulcus coronarius* entfallenden Geflecht, vorwiegend an dem hinteren oberflächlichen Abschnitt der rechten Kammer-Vorhof-Grenze, sind die Ganglien in zwei Lagen angeordnet. Die äusseren, oberflächlich gelegenen Ganglien sind in eine reichhaltige Fettschicht eingebettet und schliessen sich den noch nicht verzweigenden, dicken Sympathicussträngen an. Bei der Krähe, also einem jener Vögel, deren Herz mit Ganglien am reichsten versehen ist, konnten auf einem Gebiet von 0,5 cm Durchmesser neun wohlentwickelte Ganglien gezählt werden. In diesen Ganglien sind zahlreiche Zellen nahezu gleichen Durchmessers vorhanden, deren Fortsätze sich gewöhnlich schwer imprägnieren. Diese oberflächlich liegenden

Ganglien waren im allgemeinen bei allen von uns untersuchten Vogelarten von grosser Ausdehnung. Die inneren, bzw. tiefer gelegenen Ganglien haben geringere Grösse, sind lockerer gebaut und enthalten interzelluläre Spalte (Abb. 1).¹

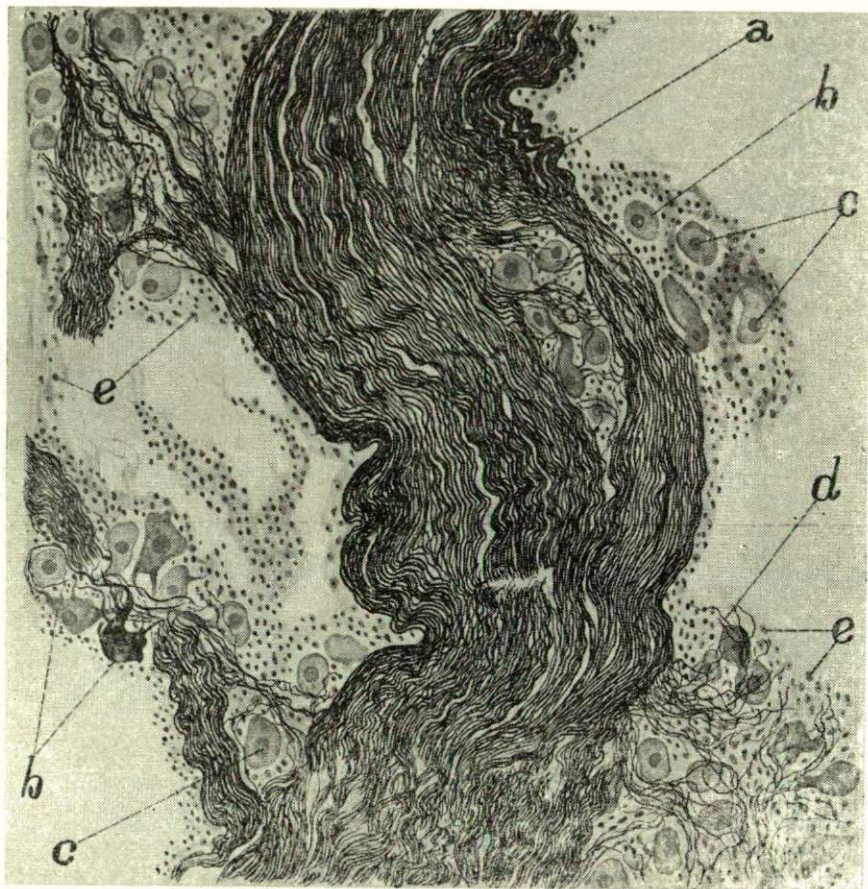


Abb. 1.: *Gallus domesticus*: Herzganglien im *Plexus coronarius profundus*. a) sympathischer Nervenstamm, b) Ganglienzelle, c) Zellkern, d) Nervenfasern, e) Satelliten-Zellkerne. Bielschowsky-Abrahámsches Verfahren. Vergr. 200 x. Photographisch auf 2/3 verkleinert.

Die Zahl der Zellen in den letzteren beträgt 6–8, maximal 12–16. Die Zellen sind ungefähr gleichen Ausmasses und es handelt sich stets um gut färbbare multipolare sympathische Ganglienzellen; uni- oder bipolare Ganglienzellen haben wir hier nicht angetroffen. Die Färbbarkeit ist eine verschiedengradige, einige von ihnen sind auffallend stark schwarz gefärbt. Nach ihren Fortsätzen zu urteilen handelt es sich um Dogiel II-Zellen mit langen Fortsätzen, deren jeder sich den sympathischen Stämmen anschliesst. Demnach gibt es im *Sulcus coronarius* der

¹ Die Zeichnungen wurden von Herrn G. Mráz wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institutes hergestellt.

Vögel ein aus zwei Schichten bestehendes Geflechszentrum, welche ihrer Lage nach als *Plexus coronarius superficialis* und *Plexus coronarius profundus* angesprochen werden können.

Im *Plexus arteriosus* finden sich ebenfalls zahlreiche kleinere und grössere Ganglien. Die Ganglienzellen liegen in der Regel den grösseren sympathischen Stämmen angeschlossen, nur in der Nähe der Adventitia der Basis des *Truncus arteriosus* befinden sich von den Nervenstämmen unabhängige, weit ausgebreitete Ganglien. Für die Ganglien dieses Gebietes ist es charakteristisch, dass Gestalt und Grösse der sie aufbauenden Zellen verschieden sind. Neben den Zellen mit sehr grossem Durchmesser kommen auch ganz kleine vor, wobei in der Regel neben dem Stamm und am Rande des Ganglions die kleinen und in der Mitte des Ganglions die grossen Zellen zu liegen kommen (Tafel I., Abb. 1). Die Fortsätze der kleinen Zellen werden schwer sichtbar. Bei den randständigen kleinen Zellen handelt es sich um unipolare und bei den in der Mitte gelegenen um multipolare Elemente. Im Laufe der Untersuchungen der beiden Geflechssysteme gelangten wir zu der Feststellung, dass dort, wo das an der Basis des *Truncus arteriosus* befindliche Geflecht reichhaltig ist und viele Ganglien enthält, wie z. B. bei der Wasserralle, das Geflecht des *Sulcus coronarius* ärmer an Ganglien ist. Umgekehrt verhält es sich bei den Krähenarten (*Corvidae*) und im Falle der Entenvögel (*Lamelirostres*). Aber es gibt auch Fälle, in denen die Zahl der Ganglien in den beiden Geflechten nahezu gleich zu nennen ist (Haushühner).

Die aus den beiden Geflechssystemen abzweigenden Nervenstämmen ziehen zu den Vorhöfen und den Kammern hin und nehmen an der Bildung der Wandgeflechte teil. Da die mikroskopische Innervation der die Herzwand aufbauenden histologischen Schichten eigentümliche Abweichungen aufweist und auch den einzelnen Herzabschnitten gemäss wechselt, soll die Innervation des Epi-, Myo- und Endokardiums gesondert behandelt werden. Daneben möchten wir auf alle diejenigen Unterschiede hinweisen, die hinsichtlich der Innervation der verschiedenen Herzpartien in Erscheinung treten.

Epikardium

Das Epikardium ist durch die verlängerten Kerne der Epithelzellen und sein reichlich elastische Fasern enthaltendes Bindegewebe in jedem Schnitte deutlich erkennbar. Die Untersuchung der Innervation des Epikardiums gelingt am besten, wenn man es — als mit der Pinzette herabgezogenes Gewebstückchen — nach Totalimprägnation untersucht. Das elastische Fasern enthaltende Bindegewebe des Epikardiums ist nämlich mittels äusserst lockerem Bindegewebe dem Myokardium angeschlossen, weshalb es sich besonders vom Gebiete der Kammer sehr leicht ablösen lässt. Das abgezogene Epikardium ist relativ dünn, so dass es auch ohne zu Schnitten aufgearbeitet zu sein, einer Untersuchung zugänglich ist und so das epikardiale Geflechssystem in seiner Gesamtheit vor Augen führt. Die Lokalisation stimmt im grossen und ganzen mit den Schilderungen von KONDRATJEW und SSINELNIKOW überein. Hauptsächlich an der oberen Kammerregion und in den unteren Vorhofgebieten, d. h. in unmittelbarer Nähe des *Plexus coronarius* ist das epikardiale Geflecht überaus dichtmaschig. Im Bindegewebe des Epikardiums besteht eine reiche Verzweigung dünnerer und dickerer Nervenstämmen, welche — über- und

untereinander herziehend — ein Geflecht aus nahezu länglichen eckigen Maschen zustande bringen (Tafel I., Abb. 2), wobei es zu einem Austausch der in den benachbarten Bündeln ziehenden Fasern kommt. Meistens liegen die Dinge so, dass aus kaum einigen Fasern bestehende Verbindungsäste mehrmals nacheinander aus dem einen Stamm heraustretend ihren Weg in dem unmittelbar nebenstehenden Nervenstamm fortsetzen. Die Schwannschen Kerne der Fasern können an manchen Stellen, besonders an den Verzweigungspunkten, in grösserer Zahl angereichert sein. Wahrscheinlich ist dies die Ursache dafür, dass die früheren Untersucher an dieser Stelle Ganglienzellen beschrieben haben. In den Nervenstämmen des Epikardiums verlaufen dünnere Fasern, aber in manchen Stämmen werden auch 1—2 dickere Fasern deutlich wahrnehmbar. Es scheint, dass der grösste Teil der Fasern gemeinsam weiter einwärts, dem Myokardium zustrebt. In den Nervenbündeln sind auch einige variköse Fasern zu beobachten. Wenn man den Verlauf dieser Fasern verfolgt, so zeigt sich, dass sie aus dem Nervenstamm heraustreten und — einzeln verlaufend — in Form von Endköpfchen frei im Bindegewebe des Epikardiums endigen. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen Fasern um die sensiblen Elemente des Epikardiums. Die Innervation des Epikardiums von Vorhöfen und Kammern ist im grossen und ganzen die gleiche. Die des Vorhofepikardiums weicht insofern von der der Kammern ab, als ihre bedeutend dünneren Nerven ein dichteres und komplizierter gekoppeltes Geflechsystem formen und im Bindegewebe mehrere Blutgefässe enthalten sind.

Myokardium

Struktur und Innervation des Myokardiums weisen auf dem Gebiete der Vorhöfe und Kammern überaus grosse Unterschiede auf. Sogar auch das auf das Gebiet der zwischen dem rechten Vorhof und der rechten Kammer befindlichen Klappe (*Valvula dexter*) entfallende Myokardium ist ein anderes als die gewöhnlichen Vorhof- und Kammermyokardien. Insbesondere hinsichtlich der Innervation weisen die letzteren ein spezielles Gepräge auf.

Das auf das Gebiet des Vorhofes entfallende Myokardium ist dünn und zeigt infolge der Anordnung seiner verzweigenden Muskelfasern in verschiedenen Richtungen eine ganz lockere Struktur, die erst vor der zwischen dem rechten Vorhof und der rechten Kammer befindlichen *Valvula dextra* und vor der zwischen dem linken Vorhof und der linken Kammer liegenden tricuspidalen Klappe, sowie an der Basis der *Venae cavae* kompakter wird. Zwischen den locker miteinander verbundenen Muskelfasern finden sich reichlich Blutgefässe und, die ungeordnet, aber überaus scharf hervortretenden *Purkinje*-Fasern. Das Myokardium des Vorhofes erhält seine Fasern aus dem reichen Geflechsystem, welches von den aus dem Epikardium eintretenden Nerven unmittelbar an der Grenze des Myokardiums gebildet wird. In diesem längsfasrigen, in einer Ebene liegenden Geflecht, dessen tieferer Teil den *Plexus myocardialis* hervorbringt, ist ein häufiger Austausch der Fasern der Nervenstämmen zu beobachten, während Abzweigungen einzelner Fasern nicht recht sichtbar werden. Die Stämme des myokardialen Plexus verzweigen reichlich zwischen den Nervenfasern.

Das Myokardium ist im allgemeinen nicht allzu reich an Nerven, aber an der Übergangsstelle von der Basis der *Vena cava superior* in den Vorhof befindet sich ein ringförmiger Abschnitt, an dem die Herzmuskelfasern so reichhaltig mit Nervenfasern versehen sind, dass diese Stelle hinsichtlich ihrer mikroskopischen Innervation als ein ganz spezielles Gebiet angesprochen werden kann. Die hier eintreffenden Nervenstämmchen verzweigen reich und verfolgen mit ihren dünnen Ästchen die Muskelfasern des Myokardiums längsverlaufend auf langer Strecke (Abb. 2). Es hat den Anschein, als ob hier jeder einzelnen verzweigenden quergestreiften Muskelfaser nicht nur eine, sondern mehrere Nervenfasern zugehören. Die dünnen Fasern durchziehen die Muskelfasern kreuz und quer. An den Enden der alleinziehenden, dünnen Fasern werden häufig kleine kugelförmige Endköpfchen sichtbar.



Abb. 2.: *Ardea cinerea*: Innervation des Myokardiums in der Umgebung der Basis der *Vena cava superior*. a) Myokardiale Muskelfasern, b) Muskelzellkern, c) Nervenfasern, d) Verzweigung, e) Nervenbündel. Bielschowsky—Abraham'sches Verfahren. Vergr. 600 x. Photographisch auf 2/3 verkleinert.

Dieser eigenartige und reich innervierte Muskelring des Vorhofes entspricht dem aus dem Herzen der niederen Wirbeltiere bekannten Sinoatrialring. Dieses Gebiet erschien nicht bei allen von uns untersuchten Vogelarten in vollendeter Ringform, wogegen die reiche Nervenversorgung an gewissen Stellen dieses Ringgebildes bei sämtlichen Tieren nachweisbar war. In totaler Ringform fanden wir es beim grauen Reiher vor, wo die Innervation des Myokardiums an der Übergangsstelle der *Vena cava superior dextra* zum rechten Vorhof eine so üppige ist, wie sie in ähnlicher Form an Vorhofgebieten sonst nirgends vorkommt. Die Innervation der übrigen Vorhofanteile ist eine wesentlich ärmere. Die aus dem myokardialen Geflecht stammenden Fasern ziehen in verschiedenen dicken Stämmen zu den Muskelfasern des Vorhofes. Hier sind ausser dünneren Fasern auch einige dickere zu finden (Abb. 3). Aus diesen Nervenstämmen treten kleinere und grössere, wellig verlaufende

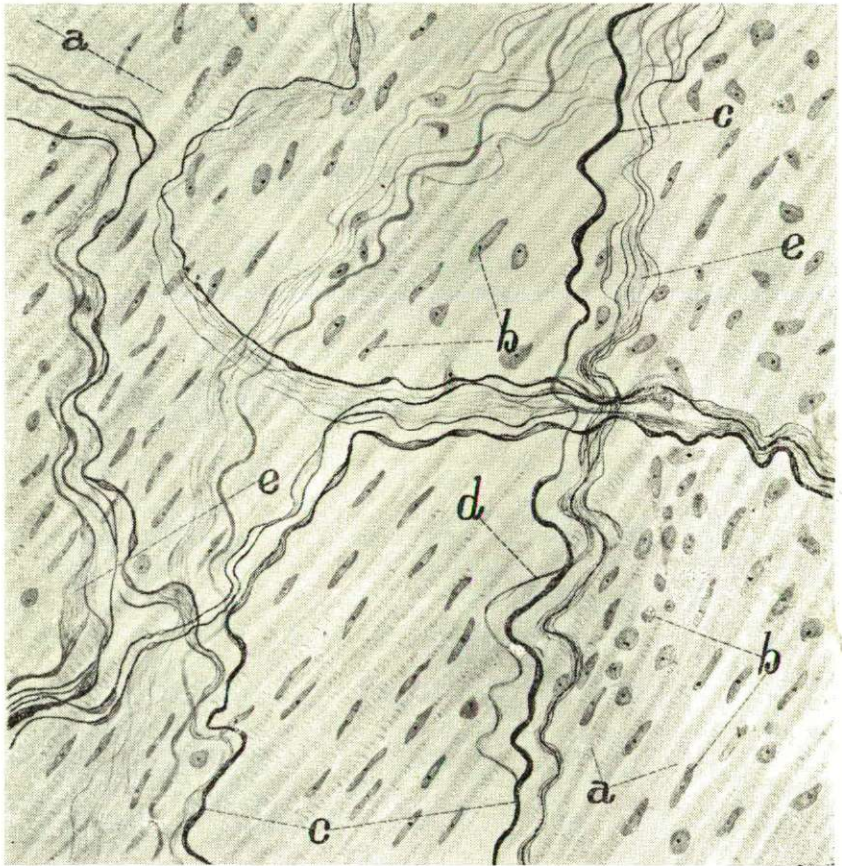


Abb. 3.: *Larus ridibundus*: Innervation des Vorhofmyokardiums. a) myokardiale Fasern, b) Muskelzellkern, c) dicke Nervenfasern, d) dünne Nervenfasern, e) Neurofibrillen. Bielschowsky-Abrahamsches Verfahren. Vergr. 600 x. Photographisch auf 2/3 verkleinert.

Bündel und Zweige an die Myokardiumfasern heran. Einige der einzelnverlaufenden Fasern verfolgen hie und da eine verzweigende Muskelfaser auf langer Strecke, um dann meistens an deren Oberfläche zu verschwinden, ohne irgendwelche Endformationen hervorzubringen.

Sowohl im Myokardium des rechten, als auch des linken Vorhofes sind in dem zwischen den Herzmuskelfasern sich ausbreitenden interstitiellen Bindegewebe, und oft auch neben den Gefässen, Ganglien anzutreffen. Im rechten Vorhofgebiet liegen diese kleinen Ganglien eher verstreut, in der Wand des linken Vorhofes aber, in der Nähe der Basis der beiden Vena pulmonalis, finden sie sich gruppenweise. Strukturell stehen sie den tiefer liegenden Ganglien des Sulcus coronarius nahe. Die Zahl der das Ganglion aufbauenden multipolaren Zellen beträgt gewöhnlich nicht mehr als zehn. Grosse, weitausgebreitete intrakardiale Ganglien, wie sie für das Herz der niederen Wirbeltiere, vor allem der Fische, so charakteristisch sind, haben wir im Myokardium des Vogelherzens nicht angetroffen. In den Ganglien sind manchmal die endköpfchenartigen Endigungen der präganglionären Fasern deutlich zu erkennen.

Die myokardiale Schicht der Kammer ist dick, und die Herzmuskelfasern viel kompakter gebaut, als in den Vorhöfen. Die verzweigenden quergestreiften Muskelfasern haben Längsverlauf. Zwischen den dichter strukturierten längsgerichteten Muskelfaserbündeln werden Zwischenräume sichtbar. Meistens ziehen in dem diese Lücken ausfüllenden Bindegewebe die das reizleitende System darstellenden *Purkinje'schen* Faserbündel. Die Nervenversorgung des Kammermyokardiums ist eine ärmlichere. Es scheint, dass die entlang der die reizleitenden Fasern begleitenden Gefässe verlaufenden Nerven, sowie auch die Fasern des aus dem Epikardium abwärts ziehenden myokardialen Geflechts, gleichermassen an der Innervation des Kammermyokardiums teilnehmen. Dies beweist der Umstand, dass der neben dem reizleitenden System befindliche myokardiale Abschnitt und das unter dem Epikardium gelegene Myokardium am reichsten mit Nerven versorgt ist. Die Endäste der Nervenfasern weisen auf den Muskelfasern stellenweise kleine ringförmige Endigungen auf. Die Nervenversorgung der Muskelfasern auf dem Gebiete der Kammer bleibt weit hinter der zurück, die wir beispielsweise an den quergestreiften Muskelfasern des Auges sehen, wo eine jede Muskelfaser sozusagen eine besondere Nervenfaser erhält. Diese relative Nervenarmut erklärt sich daraus, dass die reizleitenden Fasern sowohl die Wand der Vorhöfe, als auch die der Kammern in grosser Fülle durchschreiten und somit sowohl auf dem Gebiete der Vorhöfe, als auch auf dem der Kammern in der Auslösung und Übertragung der Erregungen eine grosse Rolle spielen. Nur so lässt sich die auf grosser Strecke arm zu nennende Innervation der physiologisch die stärkste und ausdauerndste Arbeit leistenden Herzmuskelfasern erklären.

Auf dem Gebiete der Kammern sind Ganglien nicht vorhanden, lediglich bei der Wasserralle konnte der ausnahmsweise Fall beobachtet werden, dass ganz auf dem Kammergrunde, unterhalb des *Annulus fibrosus*, ein aus 3–4 Zellen bestehendes Ganglion lag.

Um die Struktur des Myokardiums der muskulösen Klappe (*Valvula dextra*) beschreiben zu können, müssen wir uns zunächst mit dem gesamten Bau der muskulösen Klappe beschäftigen. (Abb. 4). Die stratigraphische Untersuchung des Myokardiums der muskulösen Klappe lässt zunächst Vorhof- und

dann Kammermerkmale erkennen. Diese Struktur steht in Zusammenhang mit dem eigenartigen Aufbau der Klappen. Die Klappenstruktur kann makroskopisch besonders gut studiert werden, wenn man das Herzgewebe 2—3 Tage nach dem Tode der Zersetzung überlässt. Die Lamelle der nun fixierten und für histologische Untersuchungen schon nicht mehr geeigneten Herzklappe

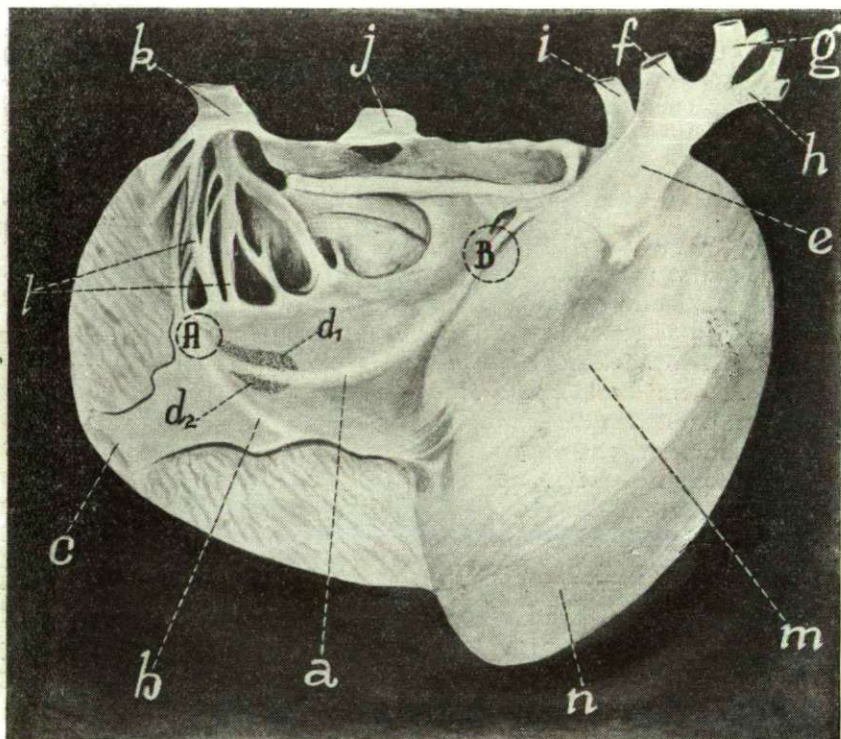


Abb. 4.: *Meleagris gallopavo*: Herz. Struktur der atrioventrikulären muskulösen Klappe. A) erstes Zentrum des atrioventrikulären Reizbildungs-Systems (Aschoff-Tawara I). B) zweites Zentrum des atrioventrikulären Reizbildungssystems (Aschoff-Tawara II). a) und b) die atrioventrikulären Reizbildungszentren ringförmig verbindende reizleitende Bündel, c) der Kammerübergang der muskulösen Klappe. d₁ und d₂ die Stelle der speziellen Klappenmuskeln, e) Truncus arteriosus, f) Aorta, g) Arteria brachiocephalica dextra, h) Arteria brachiocephalica sinistra, i) Vena pulmonalis, j) Vena cava superior dextra, k) durchschnittenes Stück der Arteria pulmonalis, l) Trabekel des rechten Vorhofes, m) Septum ventriculorum, n) Herzspitze.

zerfällt in zwei Schichten und es wird deutlich sichtbar, dass die der unteren inneren Kammer zugekehrte Klappenoberfläche von der zurückklappenden Kammerwand mittels einer dünneren endokardialen und einer dickeren myokardialen Lage gebildet ist. Auf dieser nimmt das aus dem Vorhof hinübergewachsene, lockere Vorhofmyokardium Platz und darüber legt sich die ziem-

lich derbe endokardiale Schicht der gegen die Vorhofhöhle gerichteten Oberfläche. Unterhalb des Endokardiums, insbesondere bei grösseren Vogelherzen, wölben sich zwei spezielle Bündel (*a* und *b*) hervor. Sie haben einen helleren Farbton, durch den sie sich von den umgebenden Geweben deutlich abheben und so auch makroskopisch zu unterscheiden sind. Diese beiden Bündel bringen den später noch zu erörternden reizeleitenden Atrioventrikularring hervor. Beiderseits des oberen Bündels (*a*) ziehen in dem an Abbildung 4 mit Punkten bezeichneten Gebiet zwei parallellaufende myokardiale Bündel (*d*₁ und *d*₂). Diese beiden Muskelbündel, die wir spezielle Klappenmuskel nennen wollen, haben eine dermassen reiche Innervation, wie wir sie in ähnlicher Fülle im Vogelherzen sonst nirgends antreffen (Tafel I, Abb. 3). Von diesen beiden reichinnervierten Myokardiumbündeln ist das obere das stärker entwickelte. Dieses war bei allen untersuchten Arten nachweisbar, das untere dagegen nicht immer. Da sie in der Nähe der Atrioventrikulargrenze liegen, ist anzunehmen, dass sie als ein Überbleibsel des für die niederen Wirbeltiere so charakteristischen atrioventrikulären Ringes aufzufassen sind. Um so wahrscheinlicher ist diese Vermutung, als ja z. B. auch die Innervation des atrioventrikulären Ringes der Fische eine überaus reiche ist.

Die Muskulatur der unteren, mit dem Kammermyokardium zusammenhängenden Klappe besteht aus dicht nebeneinanderliegenden, wenig verzweigenden Herzmuskelfasern. In ihrer Struktur steht sie der der Kammern nahe und auch ihre Innervation ist — ähnlich wie die der Kammern — eine spärlichere.

Das aus dem Vorhof stammende Myokardium der Klappe ist bedeutend reichlicher mit Nerven versehen. Die speziellen Klappenbündel, deren Struktur mit der des Vorhof-Myokardiumgewebes völlig übereinstimmt, sind aus typischen myokardialen Fasern aufgebaut und dennoch müssen sie hinsichtlich ihrer Innervation als ein ganz besonderes Gebiet betrachtet werden. Diese myokardialen Fasern sind von dem aus dünnen und dicken Fasern bestehenden reichen Geflechtssystem so dicht durchwebt, dass sie sozusagen von diesen ganz verdeckt werden. Was an dieser Erscheinung besonders zu erwägen ist, ist die Tatsache, dass es sich hier um das einzige Herzmuskelgebiet handelt, wo jeden Zweifel ausschliessend die Endigungen der Herznervenfasern sichtbar werden. Es sind dies vorwiegend Endringe, aber es kommen daneben auch massive Endköpfchen in einer so grossen Fülle nebeneinander vor, dass es den Anschein hat, als ob eine einzige Muskelfaser manchmal 3—4 Nervenendigungen habe (Abb. 5).

Dieses Phänomen ist vom Gesichtspunkte der Nervenverbindungen im Myokardium des Vogelherzens — und des Myokardiums überhaupt — von ausserordentlicher Wichtigkeit. Dies muss betont werden, weil diese Frage seit langen Jahrzehnten nicht hat endgültig entschieden werden können. Während die einen sich für die Endigungen aussprachen und andere für das Hindurchtreten der Nervenfasern bzw. der Neurofibrillen durch die Muskelfasern Stellung nahmen, haben neuerdings verschiedene Autoren die Endigungsform des Myokardiums im Terminalretikulum festzulegen gesucht. Mit dieser Frage haben wir uns in der Vergangenheit ebenfalls befasst (1) und sind auch jetzt bemüht, eine Lösung des Problems in Bezug auf das Myokardium sämtlicher Wirbeltiere herbeizuführen. Hier ist hervorzuheben, dass diese Lösung für die Anwesenheit der Endigungen spricht. Überzeugend zeigt sich dies anlässlich der Untersuchungen des Myokardiums der Süswasser-Knochenfische (*Cyprinus carpio*, *Silurus glanis*, *Lucioperca lucioperca*) wo

über das Myokardium des ganzen Herzens ausgebreitet, insbesondere aber auf dem Gebiete des atrioventrikulären Ringes, mit Bestimmtheit und jeden Zweifel ausschliessend festgestellt werden konnte, dass die Nervenfasern, welche hauptsächlich in der Gegend des Vorhofes und des atrioventrikulären Ringes in riesiger Menge in Erscheinung traten, hypolemmal in Gestalt von Endköpfchen endigen. Wenn auch nicht massenhaft, so sind ähnliche Endigungen doch auch in der Herzmuskulatur des Frosches, im Herzen der Schildkröte und besonders im Myokardium des Erdvarans zu sehen.

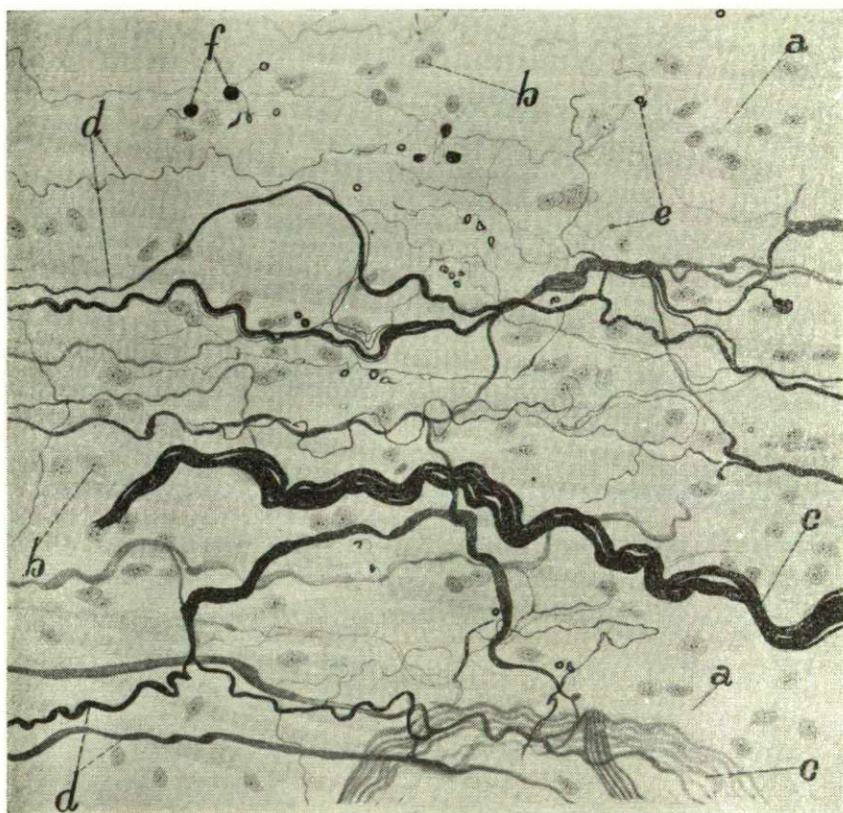


Abb. 5.: *Anas anas*: Innervation des speziellen Klappenmuskels. a) myokardiale Muskelfaser, b) Muskelzellkern, c) Nervenstamm, d) Nervenfaser, e) Endring, f) Endköpfchen. Bielschowsky-Abrahamsches Verfahren. Vergr. 600 x. Photographisch auf 2/3 verkleinert.

In geringerer Zahl und in weniger klarer Form zeigen sich diese Endigungsformen — wie schon erwähnt — auch im Myokardium des Vogelherzens, der Klappenmuskel beweist aber jeden Zweifel ausschliessend, dass die Nervenfasern des Myokardiums in Gestalt von Endringen endigen. Hier kann sich zweifellos der Gedanke erheben, der möglicherweise physiologisch in irgendeiner Form auch zur Geltung kommt, dass diese Muskulatur vielleicht eine andersgeartete ist, als die andere myokardiale Gebiete bildender Muskel-

strecken. Es kann aber zweifellos festgestellt werden, dass zwischen diesem Muskelgewebe und dem gewöhnlichen myokardialen Gewebe morphologisch keinerlei Unterschied besteht. Natürlich könnte hier auch daran gedacht werden, dass vielleicht von einem erregungsleitenden System die Rede ist, jedoch wird dieser Gedanke hinfällig, wenn man überlegt, dass dieser Muskel in Gestalt zweier schmaler Bündel in der am lateralen Rande des rechten atrioventrikulären Ostiums gelegenen muskulösen Klappe, neben dem eigentlichen reizleitenden Bündel, entlangzieht. Vollkommen unwahrscheinlich gemacht wird dieser Gedanke ferner durch die Tatsache, dass — wie hauptsächlich an Schnitten des mit Silbernitrat imprägnierten Herzens deutlich zutage tritt — die reizleitenden Fasern des Vogelherzens gegenüber Silbernitrat und den übrigen Imprägnierungsagenzien eine ganz besondere chemische Affinität bezeugen. Wie später noch betont werden soll, stellen die reizleitenden Fasern dunkle, homogene, mit Nervenfasern spärlich versehene Elemente dar, die sich auch dann, wenn sie nur einzeln irgendwo die gewöhnlichen myokardialen Muskerfaserbündel durchziehen, auf das schärfste von den nur mechanische Aufgaben verrichtenden Muskelfasern unterscheiden. Auf Grund aller dieser Überlegungen haben wir keine Ursache und keinen Anlass, diese Muskulatur als eine von der gewöhnlichen myokardialen Muskulatur abweichende spezielle Einrichtung zu werten und auch nicht dafür, — abgesehen von dem ungewöhnlichen Reichtum — das Spezifikum in der Innervation erblicken zu wollen. Und wenn dem so ist, so muss das, was wir hier in betreff der Endigungen vorfinden, — mit Ausnahme der Dichte — als allgemeingültige Erscheinung für das ganze Myokardium angesehen werden. Die Ursache für die hochgradigen Abweichungen hinsichtlich der Erscheinungsform der Endigungen auf diesem Gebiete muss in der biochemischen Verschiedenheit der Muskelfasern gesucht werden, von der unseres Erachtens die Imprägnation stets abhängig ist.

Endokardium

Das die Vorhöfe und Kammern umhüllende Endokardium ist im allgemeinen dünn und erreicht nur auf dem Gebiete der muskulösen *Valvula dextra* eine auffallende Dicke. Eine geringgradige Verdickung zeigt sich auch an dem vor der *Valvula tricuspidalis* befindlichen Endokardium. Das Endokardium ist in jedem Schnitt an dem rundkernigen dichten Endothelzellen und der überaus reichen Innervation zu erkennen. Unserer Ansicht nach kommt nur ein Teil der Nerven des Endokardiums vom Epikardium her über das Myokardium. Die reiche Innervation des Endokardiums lässt vermuten, dass auch der tiefer gelegene Teil des *Plexus coronarius profundus* und der *Plexus arteriosus* unmittelbar auch an das Endokardium Fasern abgibt. Unter den in dem reichen, dichten Geflechssystem des Endokardiums verlaufenden Nerven finden sich sowohl dünne als auch dicke Fasern. Auffallend eigenartig an der Innervation des Endokardiums und als charakteristisch für das Vogelherz erscheinen uns die einzeln verlaufenden Fasern, die teils dendritisch verzweigen und teils auf langer Strecke verlaufend zwischen den Bindegewebsfasern verschwinden. Diese Nervenfasern sind immer gut daran zu erkennen, dass die Varixen ihnen in dichter Reihenfolge und in regelmässigen Abständen

aufsitzen. Derartige allein verlaufende variköse Nervenfasern gibt es auch im Epikardium, jedoch nur in geringer Zahl, während sie im Endokardium ziemlich häufig sind. Stellenweise findet sich am Ende der Faser ein varixähnliches Endköpfchen. Hier ist in der Beurteilung aber stets Vorsicht geraten, da es sich möglicherweise um einen durchschnittenen Varix handeln kann. Besonders zahlreich sind variköse Fasern im Endokardium der *Valvula dextra*. Das Endokardium der Klappe kann — angesichts seiner physiologischen Rolle — als das empfindlichste Gebiet des Vogelherzens angesehen werden, was ausser anderem auch daraus folgt, dass hier neben den varikösen Fasern auch eigentümliche neurofibrillenartige Endformationen vorkommen (Tafel I., Abb. 4), die zweifelsohne dem sensiblen System des Endokardiums angehören.

Das reizleitende System

Seit PURKINJE (1845) auf die im Subendokardium der Herzkammer bei Schafen nachweisbaren eigenartig geformten Zellen aufmerksam gemacht und HIS (1893) am Herzen der Maus, des Schafes, des Hundes und des Menschen die aus diesen spezialisierten Herzmuskelfasern aufgebauten Bündel herauspräpariert hat, ist der Ursprung, die Verbindungen und die phylogenetische Gestaltung dieses eigenartigen Systems zu einem viel studierten Forschungsgebiete geworden. Das Interesse steigerte sich noch mehr, als TAWARA (1907) an der unteren Grenze des rechten Vorhofes den Ausgangsknoten des His'schen Bündels nachwies und dann KEITH und FLACK (1907) ein ähnliches Gebilde, den Sinusknoten, von der Basis der *Vena cava superior* mitteilte. Nach diesen Ergebnissen haben die Forscher das reizleitende System des Herzens sämtlicher Säugetiere anatomisch untersucht und damit in sehr grossem Masse zur Erkennung seiner Histologie, seiner histologischen Entwicklung und seiner physiologischen Eigentümlichkeiten beigetragen.

Die Erforschung des reizleitenden Systems hat im Falle der niederen Wirbeltiere wegen der Kleinheit der Herzen und der Unmöglichkeit, dieses System herauszupräparieren, grosse Schwierigkeiten bereitet. Aus diesem Grunde ist das Problem der Existenz oder Nicht-Existenz des reizleitenden Systems bei den meisten Tiergruppen unterhalb der Säuger auch heute noch nicht gelöst. Die Angaben bzgl. der Kenntnis seiner histologischen Struktur, seiner Phylogenese und seiner physiologischen Aufgaben sind spärlich, mangelhaft und stark widersprechend. Dies gilt auch für das reizleitende System des Vogelherzens, wo das Vorhandensein eines solchen Systems zwar durch die bisherigen Untersuchungen schon erwiesen ist, sich aber hinsichtlich des Vergleiches mit dem reizleitenden System des Säugetierherzens, der Kenntnis seiner Lage und Struktur die verschiedensten Meinungen herausgebildet haben. Die Frage seiner Innervation dagegen ist völlig unberührt geblieben.

Nach den Literaturangaben hat zuerst OBERMEYER (1867) die *Purkinje-Zellen* im Subendokardium des Vogelherzens beschrieben und 40 Jahre später TAWARA das Vorhandensein des aus den spezialisierten Muskelfasern aufgebauten Systems perivaskulär im subendokardialen Gewebe der Taube nachgewiesen. Die Existenz der bei Säugetieren nachweisbaren Knoten ist auf Grund der Literaturangaben bei den Vögeln sehr fraglich. MANGOLD und KATO haben den Sinusknoten im Gebiet der rechten Vorhofwand, nahe der *Vena cava inferior* beim Huhn, sowie bei der Gans und der Ente, und MACKENZIE und YOKOCHI an der *Valvula dextra*, an der Basis des *Sinus coronarii* und des *Foramen Thebesii* gefunden. SHINDO und OHMORI sowie viel später auch DAVIES, beschrieben den Sinusknoten von dem Gebiete unterhalb der *Vena cava superior*, während nach HOLMES nur im Vorhof des Strausses *Purkinje-Fasern* vorkommen, dieselben aber beim Huhne vermisst werden. Auch KEITH, MACKENZIE und KULBS vertreten die Ansicht, dass im Vogelherzen der Sinusknoten nicht auffindbar ist.

Die Ursache für die Verschiedenheit der Meinungen in Bezug auf die Existenz und die topographische Lage des Knotens liegt in den verschiedenartigen Forschungsmethoden begründet. Nach den neueren Ergebnissen ist die Vorstellung BENNINGHOFF's am besten bekannt, nach der bei den Säugern der kraniale Teil des sinoatrialen Ringes sich in einen Sinusknoten verwandelt, während bei den Vögeln der kaudale Ringanteil zum Sinusknoten wird. Die gleiche Meinung übernimmt BODROSSY (16) bei der Auswertung seiner histologischen Untersuchungen und auch von DE MEYER (7) wird die Existenz des Knotens — mit Ausnahme des Huhnes — anerkannt. Die neueren physiologischen Ergebnisse sprechen ebenfalls für das Bestehen des Knotens, trotz alledem finden wir aber in der Literatur keine einzige entschiedene und jeden Zweifel ausschliessende Feststellung oder Abbildung, welche sich auf einen sicheren Kenntnis der Struktur, Histologie und Innervation des Knotens begründete. Einige Forscher halten ihn für locker gebaut und andere für ein kompaktes Gebilde, und während die einen von seiner reichen Innervation sprechen, behaupten andere gerade das Gegenteil.

Auch betreffs der Lage des atrioventrikulären Knotens divergieren die Meinungen. Während manche ihn an der gleichen Stelle wie bei den Säugetieren vermuten, wird er von anderen an verschiedenen Abschnitten des *Sulcus coronarius* beschrieben und von wieder anderen seine Existenz vollkommen abgelehnt. Unter diesen behauptet STIENSON (1930) dass im Herzen der Taube, des Huhnes und des Fasans keinerlei verdichtetes spezielle Gewebe nachweisbar sei. Einzelne Forscher haben das ganze reizleitende Gewebe als ein embryonales Rudiment aufgefasst. DRENNAN (1927) gibt nach seiner makroskopischen Untersuchung des Straussherzens an, einen atrioventrikulären Knoten nirgends gefunden zu haben. Unter den neueren Untersuchern schreibt DAVIES (1930), dass der atrioventrikuläre Knoten sich in das interventrikuläre Septum hinabsenkt, um dort gabelig zu verzweigen. BENNINGHOFF (5) fand in der muskulösen atrioventrikulären Klappe einen zirkulären reizleitenden Ring vor, welcher Befund auch von BODROSSY bekräftigt wird. DE MEYER (1951) hat jedoch diese Feststellungen widerlegt (7). Als Folge dieser Unstimmigkeiten ist schliesslich auch der dritte Teil des reizleitenden Systems, d. h. Verlauf und Verzweigung des von dem atrioventrikulären Knoten ausgehenden ventrikulären Bündels, problematisch geworden.

In Kenntnis der verschiedenen bestehenden Meinungen werden wir nun im folgenden vor Augen führen, wie wir die Topographie, die Histologie und die Innervation des reizleitenden Systems des Vogelherzens auf Grund unserer eigenen Untersuchungen befunden haben. Das reizleitende System des Vogelherzens stellt ein mittels Silberimprägnation gut demonstrierbares, speziell strukturiertes System dar, welches in seinem Bau, seiner Lage und seiner grösseren Ausbreitung von dem reizleitenden System des Säugetierherzens abweicht. Es sind aber die im reizleitenden System der Säuger als Zentren zu wertenden Knoten, namentlich der *Keith-Flack'sche* Sinusknoten und der atrioventrikuläre *Aschoff-Tawara-Knoten* — wenn allerdings auch in einer speziellen Form — auch im Falle der Vögel vorhanden und sogar auch die aus dem atrioventrikulären Knoten, wie auch die aus dem Sinusknoten austretenden reizleitenden Bündel nachweisbar.

Das reizleitende System des Vogelherzens besteht aus reizleitenden Zellen (*Purkinje-Fasern*), welche nach entsprechender Silberimprägnation eine von den myokardialen Fasern stark abweichende Struktur aufweisen. Es handelt sich dabei um grosse eckige, manchmal sehr lange rechteckige Zellen gewöhnlich mit grossen, zentralgelegenen Doppelkernen. Die Fibrilliertheit der Zellen kann mit Hilfe von Silberimprägnationen nicht dargestellt werden. Die Zellen liegen, ohne eine wahrnehmbare Kittsubstanz, aneinandergeschmiegt. Sie lassen nicht so sehr in ihrem Längen-, als in ihrem Breitendurchmesser Abwei-

chungen bei den verschiedenen untersuchten Arten feststellen. Diese Unterschiede scheinen weder mit der Grösse des Herzens, noch mit der Verwandtschaft im Einklang zu stehen und können auch nicht zu dem schnellen Fluge der Tiere in Beziehung gebracht werden. Bei der Beurteilung der bzgl. der Grösse des Herzens und der reizleitenden Zellen der untersuchten Arten aufgestellten Tabelle kann schwerlich eine Erklärung gegeben werden, und dennoch muss die Ursache für diese Abweichungen in der Lebensweise und den ökologischen Einflüssen gesucht werden.

A r t	Grösster Herz-Durchmesser in mm		Durchschnittliche Länge und Breite der reizleitenden Fasern in μ				
	Länge	Breite	Zentrum	Vorhof	Kammer	Klappe	Septum interventriculare
<i>Larus ridibundus</i>	38	18	58/33	80/28	88/26	68/24	92/28
<i>Cygnus cygnus</i>	84	66	114/46	116/44	132/38	114/28	118/32
<i>Anas anas</i>	50	32	86/26	86/24	94/24	88/20	96/24
<i>Anser anser</i>	58	34	90/38	88/36	102/30	82/28	104/30
<i>Bucephala clangula</i>	52	30	62/28	74/30	130/32	96/26	114/28
<i>Rallus aquaticus</i>	22	10	75/22	66/20	78/19	66/17	91/18
<i>Ciconia ciconia</i>	63	44	98/48	112/46	126/40	96/38	120/38
<i>Ardea cinerea</i>	60	46	100/42	116/40	136/29	125/30	120/30
<i>Columba domestica</i>	40	25	76/26	70/20	88/18	68/18	76/26
<i>Gallus domesticus</i> (5—6 Wochen alt)	32	10	80/24	82/20	80/18	62/15	88/18
<i>Gallus domesticus</i>	44	32	86/30	100/28	112/26	100/20	125/28
<i>Meleagris gallopavo</i>	58	37	96/42	90/40	100/36	86/35	100/38
<i>Circus aeruginosus</i> (4—5 Wochen)	30	14	70/26	75/28	100/24	82/20	124/18
<i>Passer domesticus</i>	13	6	58/26	56/24	80/24	60/16	85/24

Ausser den zwischen den verschiedenen Arten beobachteten Abweichungen haben sich Unterschiede auch innerhalb ein und derselben Art bemerk-

bar gemacht. Die Grösse der *Purkinje*-Fasern ist — wie aus der Tabelle ersichtlich — eine verschiedene, je nach dem, ob sie im Vorhof, in der Kammer, oder aber in den atrioventrikulären Bündeln verlaufen. Die reizleitenden Bündel sind stets nur aus einerlei Fasern aufgebaut, dünne und dicke Fasern gleichzeitig kommen in den einzelnen Bündeln niemals vor.

Die aus den reizleitenden Zellen aufgebauten Bündel nehmen von zwei Stellen ihren Ausgang, und zwar von dem am medialen Teil der Basis der *Vena cava superior* gelegenen, ziemlich umfangreichen Sinusknoten und dem eigentümlichen System der muskulösen rechtsseitigen atrioventrikulären Klappe. Die von diesen beiden zentralen Stellen ausgehenden reizleitenden Bündel bilden den dritten Teil des reizleitenden Apparates, das fascikuläre System, welches an den Gebieten des Vorhofes und der Kammer verschieden anmutet.

Sinoatriales System

An der hinteren Oberfläche des Herzens, in den vom gegen die *Vena cava inferior* gerichteten Gebiete der *Vena cava superior dextra* angefertigten Schnitten findet sich unmittelbar unter dem Epikardium an der Myokardiumoberfläche ein mit reizleitenden Fasern reichlich ausgestattetes Gebiet. Die reizleitenden Fasern haben vornehmlich Längsverlauf und liegen auf einem Flecken von 1—2 mm² ziemlich dicht aneinandergeschmiegt (*Taf. II., Abb. 5*). Am dichtesten strukturiert ist das Gewebe des Knotens an demjenigen Teil der Basis der *Vena cava superior*, der sich in unmittelbarer Nähe des bei den Vorhöfen erörterter sinoatrialen Ringes befindet. Von dem Ringe ziehen zahlreiche Nervenstämme zu dem Knoten und zu den von diesem ausgehenden Bündeln (*Tafel II., Abb. 6*). Die reizleitenden Fasern sind auf dem Gebiete des Sinusknotens nicht in einem so wirren Durcheinander angeordnet und auch nicht so reich innerviert wie in dem im folgenden zu schildernden atrioventrikulären Knoten.

Atrioventrikuläres System

Der eigenartige, am stärksten innervierte Teil des reizleitenden Systems des Vogelherzens liegt in der muskulösen atrioventrikulären Klappe. Wenn man die Wand der rechten Kammer neben dem an der vorderen Oberfläche befindlichen *Sulcus longitudinalis* durch einen Schnitt öffnet und das mit der Basis des *Truncus arteriosus* verwachsene rechte Vorhofstück entfernt, so tritt die Höhle des rechten Vorhofes und der rechten Kammer mit der zwischengeschalteten eigentümlichen Klappe hervor (*Abb. 4*). Der breitere Teil der Klappe schliesst sich dem Septum interventrikuläre an der inneren Vorhof-Kammer-Grenze der hinteren Herzwand an, während der schmalere vordere Teil an der inneren Vorhof-Kammer-Grenze Platz nimmt und sich an deren Ende in Gestalt eines interessant geformten, sternförmigen, dicken Muskelknotens vorwölbt (*A*). Dieser Knoten ist in Anbetracht seiner Struktur als *Aschoff-Tawara-Knoten* aufzufassen (*Tafel II., Abb. 7*). Den Knoten bilden in verschiedenen Richtungen angeordnete *Purkinje*-Fasern, welche einer reich-

haltigen Nervenversorgung unterstehen. Auf Grund unserer Untersuchungen erachten wir diesen Knoten als das primäre Zentrum des atrioventrikulären Reizleitungssystems. Von diesem nehmen die innerhalb der Klappenlamellen ziehenden Bündel (a und b) ihren Ausgang. Von diesen, insbesondere von dem oberen (a) ziehen eigentümliche Aeste einerseits aufwärts zum Vorhof und andererseits zu dem Klappenmyokardium (*Tafel II., Abb. 8*). Das untere Bündel (b) ist etwas dünner und aus ihm treten nur wenige Aeste in die Klappenmuskulatur hinein (*Tafel III., Abb. 11*). Die an der Verzweigung nicht teilnehmenden Bündel (a und b) ziehen in der Klappensubstanz unter Beibehaltung ihrer ursprünglichen Richtung — später einander etwas näher tretend — weiter, um an derjenigen Stelle, wo bei Säugetieren der atrioventrikuläre Knoten zu liegen pflegt (B), reich zu verzweigen. Die Stelle dieser letzten Verzweigung erachten wir für das sekundäre Zentrum des Systems, welches keine ausgesprochene Knotenstruktur aufweist und wesentlich weniger reizleitende Zellen bzw. Bündel enthält als der primäre Knoten (*Tafel III., Abb. 9*). An der Stelle des Zusammentreffens der beiden Bündel in dem sekundären Knoten wird der reizleitende Ring geschlossen. Dieser Ring ist zuerst von BENNINGHOFF ausführlich beschrieben und später in Anlehnung an ihn auch von BODROSSY mitgeteilt worden. DE MEYER stellt das Vorhandensein dieses Ringes in Abrede. Unsere Untersuchungen aber haben gezeigt, dass er bei allen Vögeln deutlich entwickelt ist.

Fascikuläres System

In diese Gruppe zählen wir die aus dem Sinusknoten und den beiden Zentren des atrioventrikulären Systems ausgehenden reizleitenden Bündel — mit Ausnahme der beiden ringbildenden Bündel der muskulösen Klappe —. Hier ist nach unseren Beobachtungen die Lage die folgende.

Vorhofsbündel. Vom Sinusknoten gehen 3—5 Bündel aus, welche im Gewebe des Myokardiums verästeln. In fast jedem Vorhofmyokardium-Schnitt der rechten Seite sind einige, gewöhnlich nur aus wenigen Fasern bestehende Bündel dieser Aeste anzutreffen. Wahrscheinlich zieht aus dem Sinusknoten ein Ast auch zum linken Vorhofgebiet hinüber, da in den aus den verschiedensten Regionen des linken Vorhofes gewonnenen Schnitten in den meisten Fällen dünne, aus *Purkinje*-Fasern aufgebaute Bündel deutlich hervortreten. Ein aus dem Sinusknoten stammendes Bündel zieht an der Wand der *Vena cava superior sinistra* entlang und gibt inzwischen Aeste an die umgebenden Myokardiumfasern ab. Die im Vorhof befindlichen reizleitenden Bündel sind stets zu erkennen und von den Bündeln der Kammer zu unterscheiden, da entlang den Vorhofsbündeln keine Gefäße verlaufen, während die Bündel der Kammer stets von kleineren oder grösseren Arterien begleitet sind. Als Besonderheit ist hier noch zu erwähnen, dass die die Vorhofsbündel bildenden *Purkinje*-Fasern nur selten Doppelkerne haben, während die reizleitenden Bündel der Kammer stets doppelkernig sind. Es muss festgestellt werden, dass wir nicht ein einziges Vorhofsbündel nachzuweisen vermochten, welches mit dem atrioventrikulären reizleitenden System in unmittelbarer Verbindung gestanden hätte.

Kammerbündel. Von dem primären und dem sekundären Zentrum des atrioventrikulären Systems gehen mehrere Bündel ab. 2—3 Bündel aus dem primären Zentrum sondern sich deutlich von den zur Klappenlamelle ziehenden Bündeln ab und treten an der Übergangsstelle der Klappe in die Kammerwand (c) in die Wand der rechten Kammer ein. Diese müssen ebenso den Kammerbündeln zugerechnet werden, wie das von dem sekundären Zentrum ausgehende reiche System. Ein Teil der aus dem sekundären Zentrum verzweigenden Bündel verläuft zunächst längs der Arteria coronaria dextra, um dann bei der Verzweigung des Gefässes überall den Weg der Blutgefässe zu verfolgen (*Tafel III., Abb. 12*) und so das Myokardium der Herzkammer reich zu durchweben. Der anderer Teil der Bündel tritt massenhaft im interventrikulären Septum in Erscheinung (*Tafel III., Abb. 10*). Reizleitende Bündel sind meistens auch noch in den aus dünnsten Wandabschnitten angefertigten Schnitten zu erkennen. Die reizleitenden Fasern sind von Blutgefässen, und diese von reichhaltigen Nervengeflechten begleitet.

Die Innervation des reizleitenden Systems

Die weitgehende Abhängigkeit des reizleitenden Apparates vom Nervensystem kommt in den aus Vogelherzen hergestellten Schnitten nicht zum Ausdruck. Besonders gilt dies für den Sinusknoten und die aus diesem auf das Gebiet des rechten Vorhofs ausstrahlenden Bündel. Unter bzw. neben diesen befinden sich stellenweise kleinere oder grössere Nervenstämmen und Nervenfasern, aber die Innervation dieses Bereiches kann keineswegs reich genannt werden, im Gegenteil, sie ist arm, wie der ganze mechanische Arbeit leistende myokardiale Abschnitt des Vorhofes überhaupt. Dieser Befund ist zweifellos überraschend und mutet nach einem Vergleich mit den Verhältnissen bei den Säugetieren ziemlich sonderbar an. Im Sinusknoten der Säuger besteht allerdings auch kein besonderer Nervenreichtum, aber dennoch ist hier die Zahl der nervösen Elemente eine grössere und die Beziehungen zwischen Muskelfasern und Nervenfasern scheinen innigere zu sein. Diese Erscheinung spricht entschieden dafür, dass das Vorhofmyokardium des Vogelherzens hinsichtlich seiner Funktionen wesentlich unabhängiger vom Nervensystem ist als das der Säuger. Die Erklärung hierfür dürfte sein, dass der Knoten bedeutend stärker als bei den Säugetieren ist und auch Zahl und Ausbreitung der reizleitenden Bündel im Vorhof unvergleichlich grösser sind als in den ähnlichen Gebilden der Säugetiere. Besonderes Gewicht kommt hier auch dem Umstand zu, dass bei den Vögeln auch im linken Vorhof reizleitende Fasern, und zwar in ganz beträchtlicher Anzahl, vorkommen. Somit wird verständlich, dass die Koordination zwischen Vorhof- und Kammerrhythmus auch ohne einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen dem sinoatrialen und dem atrioventrikulären System gesichert ist. Gesichert wird diese Koordination auch dadurch, dass in dem Vorhofgebiet ganz lange, alleinverlaufende wellige reizleitende Fasern in die aus gewöhnlichen myokardialen Fasern bestehenden Muskelbündel hineingreifen.

Um die Zentren herum befinden sich in der gewöhnlichen Muskulatur, hauptsächlich aber in denjenigen Bündeln, deren Innervation wir weiter oben

besonders beschrieben haben, reichlich Nervenfasern und -endigungen, aber in den Zentren selbst kann von einem Nervenreichtum nicht gesprochen werden. Vergleichen wir diese Knoten mit dem *Aschoff-Tawara-Knoten* oder dem gemeinsamen Ast des *His'schen Bündels* (*Crus commune*) der Säugetiere, so erscheint der Unterschied als ausserordentlich gross. Bei den Säugetieren ist die Zahl der Nervenfasern an den erwähnten Gebieten so gross, dass an den Präparaten sozusagen nichts anderes sichtbar wird als Nervenfasern, die in riesigen Mengen die einzelnen reizleitenden Fasern schleierartig umhüllen. Derartige Bilder werden wir im reizleitenden System des Vogelherzens nirgends gewahr. Etwas anders liegen die Verhältnisse entlang der aus dem als *His'sche Bündel* anzusehenden System abzweigenden kleineren Kammerbündel, deren Habitus diejenigen speziellen Merkmale aufweist, die wir zur Charakterisierung des reizleitenden Systems heranzuziehen pflegen, nämlich die Bindegewebshülle, die eigene Arterie und die auffallend hervortretenden reizleitenden Fasern selbst. In diesen kleineren Bündelsystemen zieht gewöhnlich eine kleinere Arterie, neben und in ihr wird das für die Arterien charakteristische spezielle perivasale und intramurale Geflechsystem deutlich sichtbar (Abb. 6), Diese Systeme stehen, wie an der Zeichnung ersichtlich, auch

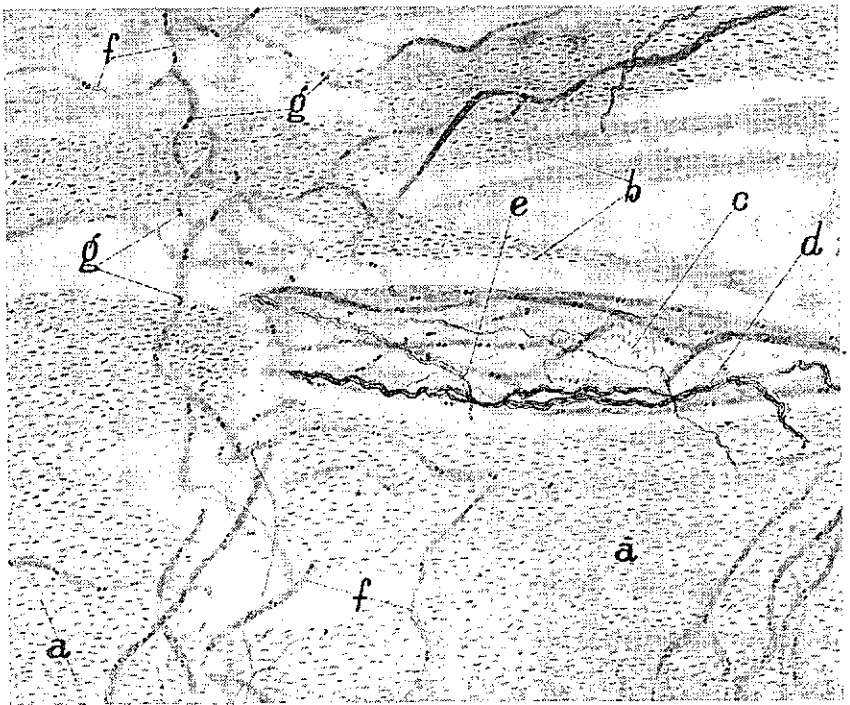


Abb. 6.: *Circus aeruginosus*: Reizleitendes System der Kammer. a) Muskelfaser, b) Muskelfaserkern, c) Arterie, d) Nervenbündel, e) Nervenfaser, f) Reizleitende Faser, g) Kerne reizleitender Fasern. Bielschowsky-Abrahámsches Verfahren. Vergr. 209 x. Photographisch auf die Hälfte verkleinert.

mit den reizleitenden Fasern in Verbindung und werden sogar stellenweise von den Nervenfasern auf eine Art Parallelkontakt verfolgt. An manchen Gebieten bilden sie auch feine Geflechte die aber überaus locker sind. Die Endigungen der einzelnen Nervenfasern werden nur ganz selten sichtbar.

Diskussion

Die Forscher, welche sich mit dem reizleitenden System des Vogelherzens bisher beschäftigt haben, sind in den Besitz der verschiedenartigsten Ergebnisse gelangt. Eine Übereinstimmung besteht im allgemeinen nur darin, dass die reizleitenden Systeme auch im Herzen der Vögel nachweisbar sind und im grossen und ganzen auch darin, dass diejenigen Zentren, die wir aus dem Herzen der Säugetiere kennen, hier — wenn auch nicht in so ausgeprägter Form und Struktur — ebenfalls anzutreffen sind. Es gibt also auch hier einen Sinusknoten, einen *Tawara*-Knoten und Kammerbündel, aber wo diese sich befinden und welche Regionen ihrem Einfluss unterstehen, darüber gehen die Meinungen auseinander. Da die neuesten Angaben über diesen Fragenkomplex sich in dem Werke von DE MEYER (1952) befinden, in dem auch die früher mitgeteilten Ergebnisse eine entsprechende kritische Würdigung finden, glauben wir, dass es genügen wird, wenn wir die unsererseits gemachten Feststellungen den Angaben von DE MEYER vergleichend gegenüberstellen.

DE MEYER hat die Entwicklung und die Struktur des reizleitenden Systems vorwiegend an Embryonen und in Entwicklung begriffenen Tieren untersucht, hat aber auch Herzen ausgewachsener Sperlinge und Hühner mit verschiedenen histologischen Methoden studiert und auch über die Nervenverbindungen näheres in Erfahrung zu bringen gesucht. Dabei gelangte er zu folgenden Feststellungen: Das reizleitende System besteht im embryonalen Alter aus vier Portionen, einer nodularen, einer nodulofascikulären und zwei diffusen. In die erste Kategorie gehören die nodulofascikulären Formationen der Sinusgegend und die nodulofascikulären Formationen des aurikuloventrikulären Gebietes. In die zweite, d. h. diffuse Gruppe zählt er das endokardiale diffuse Vorhof- und Kammersystem, sowie das perivaskuläre System. Mit Bezug auf diese Feststellungen ist folgendes zu bemerken. Der Sinusknoten ist in der Tat in der Basis der *Vena cava superior* vorhanden. Wir haben ihn auch im Falle des Huhnes, wo ihn DE MEYER in Abrede stellt, in entwickelter Form vorgefunden. Nach DE MEYER stellt der fascikulär gebaute aurikuloventrikuläre Knoten das zweite reizerregende Zentrum dar. Er liegt an der Vorhof-Kammer-Grenze am Anfang des interventrikulären Septums. DE MEYER hält ihn nicht für ein Homologon des *Aschoff-Tawara*-Knotens. Im Sinne unserer Untersuchungen ist das dem *Aschoff-Tawara*-Knoten der Säugetiere entsprechende reizbildende Zentrum geteilt und besteht aus zwei Abschnitten, von denen der primäre zur Gänze, und der sekundäre zu einem kleineren Teil in der rechtsseitigen atrioventrikulären Klappe Platz nimmt. Von den beiden Zentren hat das erste — wie auch bei den Säugern — massivere Struktur, während das zweite fascikulären Baues.

ist. Die beiden atrioventrikulären Zentren sind durch zwei aus reizleitenden Fasern bestehende Bündel miteinander verbunden. Diese Bündel führen zu dem von DE MEYER atrioventrikulärer Nodus genannten Zentrum, welches nach unserer Meinung den gemeinsamen Schenkel der Kammerbündel darstellt, von dem die in der Scheidewand der Kammer verlaufenden reizleitenden Bündel ausgehen. DE MEYER vereint gegenüber DAVIES und BENNINGHOFF das Vorhandensein des in den Klappen gelegenen atrioventrikulären reizleitenden Ringes und behauptet, einen solchen weder bei Embryonen, noch bei ausgewachsenen Vögeln gefunden zu haben. Wir nehmen dagegen für die Richtigkeit der von DAVIES und BENNINGHOFF gemachten Beobachtung Stellung, da wir an unseren imprägnierten Präparaten fanden, dass der reizleitende Ring bei sämtlichen untersuchten Vögeln in vollendeter Form auffindbar und in der muskulösen atrioventrikulären Klappe gelegen ist.

Neben dem nodulären System unterscheidet DE MEYER ein endokardiales, perivaskuläres, fascikulär-diffuses reizleitendes Vorhof- und Kammersystem. Unseres Erachtens handelt es sich bei diesen in der Tat vorhandenen Systemen, die bei Anwendung unseres Verfahrens ausgezeichnet imprägniert werden können, nur scheinbar um diffuse Gebilde, da sie entweder mittels kleinerer Bündel oder einer manchmal sehr weit führenden Einzelfaser mit dem nodularen System in Verbindung stehen. Ein Zusammenhang zwischen den Zentren der Sinusgegend und dem auf dem Gebiete der atrioventrikulären Klappe lässt sich in den Schnitten sehr schwer nachweisen, weshalb es schwierig ist, hierfür endgültig Stellung zu nehmen. Aus der hohen Zahl der stellenweise überaus langen, manchmal wellig verlaufenden, paarweise oder allein ziehenden reizleitenden Fasern aber, welche das Myokardium und Endokardium der gesamten Herzwand durchschreiten, kann wohl darauf geschlossen werden, dass im Vogelherzen die beiden reizleitenden Zentren miteinander in Verbindung stehen können und dass diese Verbindung eine äusserst innige und vielfältige sein kann. Übrigens ist die Anwesenheit der auf langer Strecke verlaufenden dünnen Bündel und einiger Fasern die Ursache dafür, dass wir das diffuse System DE MEYERS als mit den Zentren in Beziehung stehend betrachten.

Aus diesen Feststellungen folgt natürlich auch, dass alle diese Erscheinungen in Zusammenhang mit der fliegenden Lebensweise stehen können. Möglicherweise bringt gerade diese Lebensweise es mit sich, dass bei den Vögeln in der Aufrechterhaltung des Herzrhythmus und in den ganzen hochkomplizierten Leistungen des Herzens dem Reizleitungssystem eine weit grössere Rolle zukommt als dem Nervensystem. Zu dieser Vermutung berechtigt übrigens auch der Umstand, dass die im Herzen der Vögel nachweisbaren Interorezeptoren ausschliesslich im Endokardium vorkommen und auch hier nur in so geringer Zahl, dass eine Interorezeption im Leben des Herzens nur in sehr geringem Masse in Frage kommen kann. Hierauf deutet aber auch die allgemeine Innervation des reizleitenden Systems hin, welche sich — im Vergleich zu dem der Säugetiere — als überaus ärmlich erweist.

Zusammenfassung

Auf Grund unserer Untersuchungen an den Herzen von verschiedenen Arten angehörenden Vögeln mit dem Bielschowsky-Abraham'schen Verfahren haben wir folgendes feststellen können.

1. Die Herzwand der Vögel erhält ihre Nerven teils aus dem im *Sulcus coronarius* verlaufenden Geflecht (*Plexus coronarius*) und teils aus dem an der Basis des *Truncus arteriosus* befindlichen Geflecht (*Plexus arteriosus*). Die Geflechte sind verhältnismässig reich mit Ganglien versehen.

2. Die Ganglien sind gewöhnlich nicht gross und kommen in grösserer Menge nur am hinteren oberflächlichen Abschnitt des *Sulcus coronarius* und an der Basis des *Truncus arteriosus* vor und zwar nahe der Adventitia der Gefässe bzw. in der muldenförmigen Vertiefung zwischen den Vorhöfen und im *Truncus arteriosus*. Den Hauptanteil der Ganglien machen multipolare Nervenzellen aus, die vorwiegend dem Dogiel II-Typ angehören. In den Ganglien werden manchmal in Gestalt kleiner Endköpfchen die Endigungen der präganglionären Fasern sichtbar.

3. Im Epikardium breitet sich ein grösseres lockeres Nervengeflecht aus; die aus dem Geflecht abzweigenden Endfasern stehen in inniger Verbindung mit den Bindegewebsfasern. Ein beträchtlicher Teil der Fasern des Geflechts tritt in das Myokardium hinüber. Besondere sensorische Endorgane wurden auf dem Gebiete des Epikardiums nicht gesichtet.

4. Die Fasern des myokardialen Geflechtes kommen teils aus dem Epikardium, teils aus den tiefer gelegenen Teilen des *Plexus coronarius* und des *Plexus arteriosus*. Die Muskelfasern des Myokardiums sind im allgemeinen arm an Nerven zu nennen. Reich innerviert ist der an der Basis der *Vena cava superior* gelegene myokardiale Ring sowie die beiderseits der oberen reizleitenden Bündel der *Valvula dextra* ziehenden Muskelbündel. Für die letzteren ist ausser der überaus reichen Nervenversorgung auch charakteristisch, dass die Endigungen der Nervenfasern in Gestalt typischer Endringe äusserst scharf hervortreten. An anderen Gebieten des Myokardiums sind die Endringe selten, wir erachten aber dennoch für die Enden der myokardialen Nervenfasern die freien Endigungen.

5. Im Endokardium breitet sich ein reiches Nervengeflecht aus, dessen Fasern teilweise dem myokardialen Geflecht und teilweise unmittelbar dem tiefer liegenden Abschnitt des *Plexus coronarius* und des *Plexus arteriosus* entstammen. Im Bindegewebe wird man reichlich alleinziehender, stark variköser Fasern ansichtig, von denen einige in neurofibrillären Endlamellen enden. Letztere halten wir für spezielle sensible neurofibrilläre Endlamellen des Endokardiums.

6. Das reizleitende System besteht aus Zentren und aus von diesen ausgehenden Bündeln. Das eine Zentrum ist der nahe der Basis der *Vena cava superior* gelegene, kompakt gebaute Sinusknoten. Das zweite Zentrum entfällt zum grösseren Teil auf das Gebiet der *Valvula dextra*. Teile des letzteren sind das aus dichtgefügtten Purkinje'schen Fasern aufgebaute, subendothelial gelegene primäre und das auf das interventrikuläre Septum stossende, bündelartig strukturierte sekundäre Zentrum. Die beiden Zentren stehen durch zwei reizleitende Bündel miteinander in Verbindung, so gemeinsam einen reizleitenden Ring formend. Von den Zentren strahlen Bündel aus, unter denen das in das interventrikuläre Septum vertiefte das entwickeltere ist und zahlreiche kleinere Bündel in das Septum und in die Kammerwand entsendet.

7. Die Innervation des reizleitenden Systems haben wir als relativ ärmlich befunden. Die meisten Nervenfasern sind in dem auf das Gebiet der muskulösen Klappe entfallenden primären (Tawara-) Zentrum enthalten. Verhältnismässig reichlich verlaufen Nerven entlang der in der Wand der Kammer ziehenden kleineren reizleitenden Bündel. Die Nervenfasern begleiten gewöhnlich die reizleitenden Muskelfasern auf längerer Strecke. Endigungen werden nur ganz vereinzelt gesichtet.

8. De MEYER hat im Vogelherzen ein sekundäres reizleitendes Zentrum nicht feststellen können. Wir haben in allen untersuchten Vogelherzen in der muskulösen Klappe zwei reizleitende Zentren vorgefunden. Diese Zentren stellen unseres Erachtens ein Analogon des Aschoff-Tawara-Knotens der Säugetiere dar.

9. DE MEYER erblickt in dem reizleitenden System der Vögel ein diffuses Gebilde. Wir dagegen halten dieses System, welches sich nach unseren Untersuchungen auch auf den linken Vorhof erstreckt, für einheitlich gebaut.

Schrifttum

- (1) Abrahám, A.: Mat. és Term. Tud. Értesítő 56, 320–343 (1937).
- (2) Abrahám, A.: Magyar Biol. Kutatóint. munkái 10, 468–469 (1938).
- (3) Abrahám, A.: Annales Biol. Univ. Hung. 1, 325–340 (1952).
- (4) Benninghoff, A.: (1933) Herz in Bolk, L.: Handbuch der vergleich. Anatomie der Wirbeltiere, Berlin, Wien.
- (5) Benninghoff, A.: (1930) Handbuch der mikr. Anat. des Menschen. Bd. 6, Blutgefäß- u. Lymphgefäßapparat, Berlin.
- (6) Bodrossy, L.: Közlm. az élet és kórtan köréből 29, 281–288 (1941).
- (7) De Meyer, R.: Archives de Biologie 63, 455–514 (1952).
- (8) Ellenberger, W. und H., Baum: (1926) Handbuch der vergleich. Anat. der Haustiere, Berlin.
- (9) Gadow, H.: (1891) Bronn's Klassen u. Ordnungen des Tierreiches, Bd. 6, Abt. 4, Vögel, Leipzig.
- (10) Krause, R.: (1922) Mikr. Anat. der Wirbeltiere, Bd. 2, Berlin–Leipzig.
- (11) Kondratjew, N. S.: Zschrift für Anat. u. Entwicklungsgeschichte 79, 753–761 (1926).
- (12) Marcus, H.: Anat. Anz. 59, 145–148 (1925).
- (13) Ssinelnikow, R.: Zschrift. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte 86, 540–563 (1928).
- (14) Ssinelnikow, R.: Ebenda, 563–578 (1928).

Tafelabbildungen

Tafel I.

1. *Circus aeruginosus*: Herzganglion aus dem Plexus arteriosus.
2. *Bucephala clangula*: Innervation des Epikardiums.
3. *Anas anas*: Innervation des speziellen Klappenmuskels.
4. *Gallus domesticus*: Nervenendigung im Endokardium.

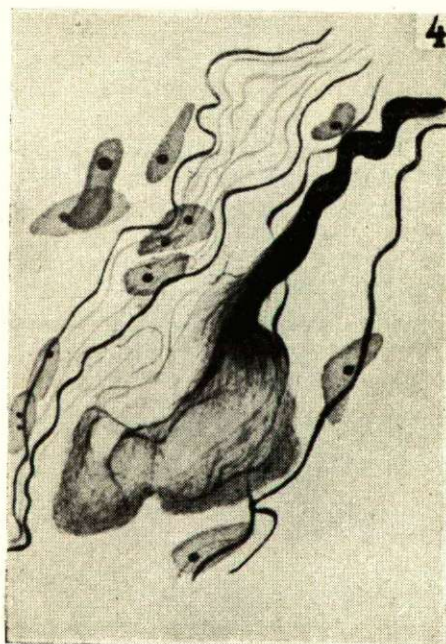
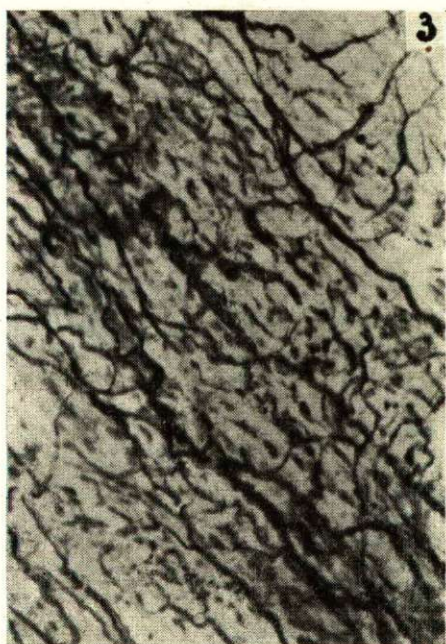
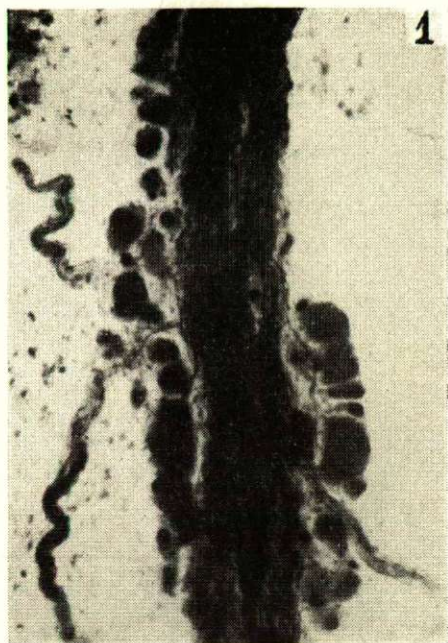
Tafel II.

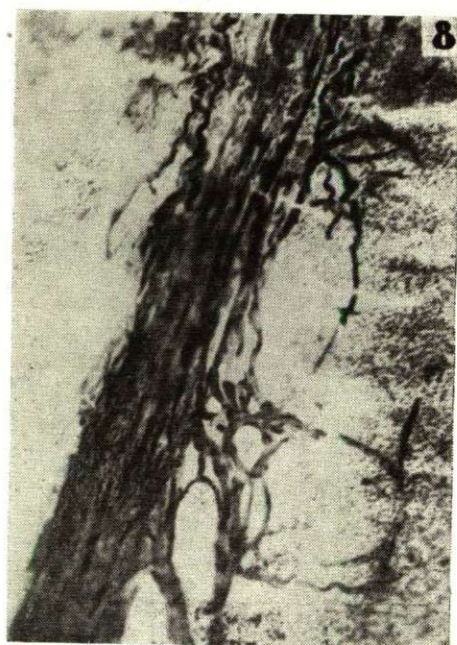
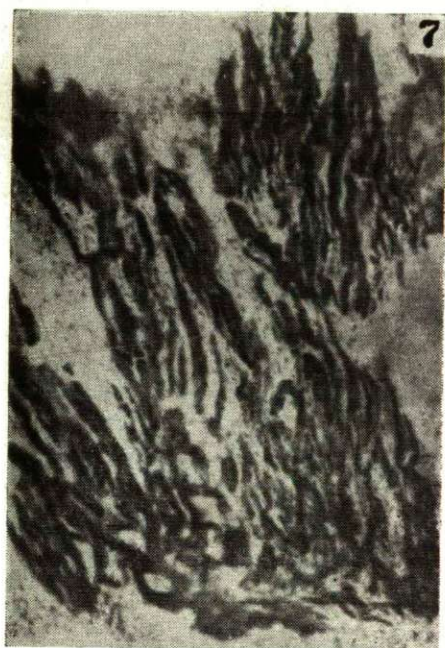
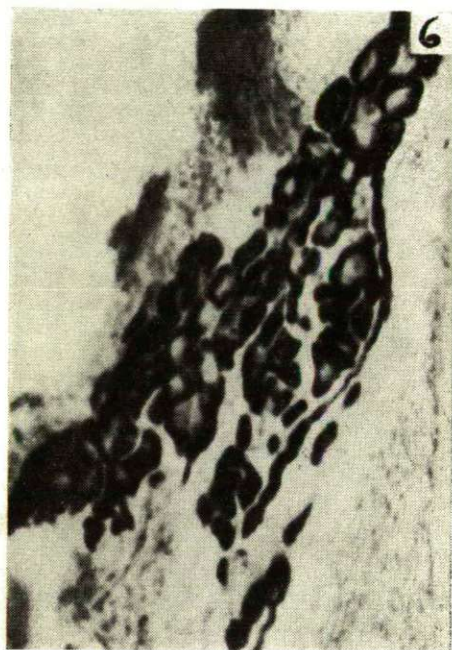
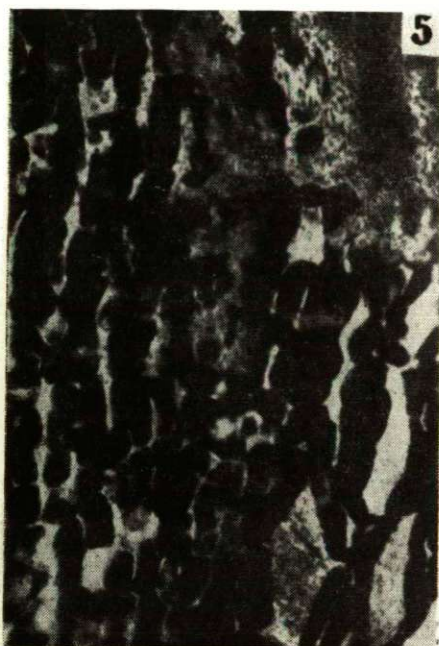
5. *Cygnus cygnus*: Sinusknoten im rechten Vorhof.
6. *Cygnus cygnus*: Vom Sinusknoten ausgehendes Vorhofbündel.
7. *Larus ridibundus*: I. Zentrum des atrioventrikulären reizleitenden Systems.
8. *Anas anas*: Das die atrioventrikulären reizleitenden Zentren verbindende, obere reizleitende Bündel mit seinen eigentümlichen Verzweigungen.

Tafel III.

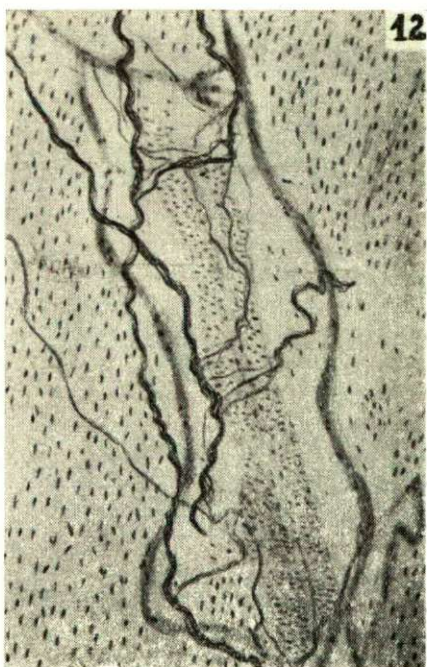
9. *Ciconia ciconia*: II. Zentrum des atrioventrikulären reizleitenden Systems.
10. *Passer domesticus*: Im interventrikulären Septum ziehende reizleitende Fasern.
11. *Anas anas*: Im Myokardium der muskulösen Klappe verlaufende reizleitende Fasern.
12. *Circus aeruginosus*: Im Myokardium der rechten Herzkammer ziehendes perivaskales reizleitendes System.

Tafel I.



Tafel II.

Tafel III.



ÜBER DIE STRUKTUR UND DIE INNERVATION DES REIZLEITUNGSSYSTEMS IM HERZEN DER SÄUGETIERE

Von

A. ABRAHAM und L. ERDELYI

Aus dem Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität Szeged
(Eingegangen am 18. Oktober 1957)

Die Forschungen auf dem Gebiet des Reizleitungssystems sind auf eine lange Vorgeschichte zurückführbar. Die ersten Beobachtungen wurden noch 1845 von PURKINJE (43) angestellt, der aus dem Herzen des Schafs auffallend grosse, polygonale Zellen beschrieb. Diese Zellen wurden nach ihm *Purkinje'sche* Zellen genannt. Ihre Wertung betreffend konnte sich aber damals noch keine rechte Meinung bilden, und es ist auch natürlich, dass von der vollen Kenntnis ihrer Bedeutung noch keine Rede sein konnte. Man hielt sie für embryonale Herzmuskelzellen, die sich graduell in die funktionierenden Herzmuskelfasern umbilden (KÖLLIKER, AEBY, RANVIER). Zur Kenntnis des Reizleitungssystems gab GASKELL (17) 1883 neue Angaben, der von der atrioventrikulären Grenze des Schildkrötenherzens ein, aus reizleitenden Fasern bestehendes Bündel auswies. Das Bündel wurde aber nur von W. HIS (23) dem Leipziger Embryologen untersucht und zwar an Säugetieren (Mensch, Schaf, Hund und Maus) so, dass die Untersuchungen auch unter seinem Namen allgemein bekannt wurden. Diese Untersuchungen fanden damals einen ziemlich gleichgültigen Anklang von Seiten der Zeitgenossen, obgleich es sich schon damals Einige fanden, die das His'sche Bündel mit der Automatie des Herzens in Zusammenhang zu bringen versuchten. His selbst erwähnte, dass das von ihm beschriebene Bündel möglicherweise im Dienste der Reizleitung stünde. Die Untersuchungen setzten sich trotz des Mangels an Interesse fort und 1904 breiteten RETZER und BRÄUNIG die Untersuchungen auf die niederen Wirbeltiere aus und unterstützten sie durch mikroskopische Untersuchungen ohne aber das Interesse zum Thema besonders geweckt zu haben. — Eine entscheidende Änderung brachte auf diesem Gebiet die 1906 erschienene Monographie: »Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens« von TAWARA (51), die das Interesse auf einmal auf die Forschung des Reizleitungssystems lenkte. TAWARA beschrieb in seiner Monographie einen Knoten eigenartigen Aufbaus von dem Unterteil des rechten Vorhofs der Säugetierherzen, den in engem Zusammenhang mit dem His'schen Bündel befand. Er verfolgte das His'sche Bündel und entdeckte dessen zwei Zweige, die in die rechte, bzw. linke Kammer traten. An den Enden dieser Zweige entdeckte er die *Purkinje'schen* Fasern als Endzweige des Reizleitungssystems. Mittels histologischer Untersuchungen wies er aus, dass der nach ihm benannte *Aschoff-Tawara-Knoten* von einer Bindegewebshülle umgeben ist, dass er aus sarkoplasmenreichen und myofibrillenarmen Fasern besteht, und reichlich innerviert ist. Er fasste die bis dahin erkannten einzelnen Elemente zu einem vollständigen System zusammen, von dem er voraussetzte, dass es die zur Funktion des Herzens notwendigen Reize hervorbringt und sie leitet. Diese Feststellung sahen ASCHOFF und FAHR in der, sich durch

die pathologische Veränderung des His'schen Bündels einstellenden inkoordinierten Herzfunktion gerechtfertigt. Die in Aufschwung begebene Forschung erbrachte noch 1906 neue Ergebnisse, WENCKEBACH (52) nämlich beschrieb am Sinus und am Rande des embryonalen Vorhofgebiets einen zusammenhängenden Muskelstrang, und er befand ihn mit dem des Atrioventrikulärsystems analog. Bei physiologischen Experimenten befand er ebenfalls dieses Gebiet als das empfindlichste gegen die angewandten Reize. Es ist interessant, dass die überlebende Funktion der rechten Auricula schon dem HYPPOKRATES auffiel, deshalb nannte er sie: »ultimum moriens«. Die Hypothese WENCKEBACH's siegte vollständig 1907 durch die Untersuchungen zweier Engländer: der Anatom im London Hospital A. KEITH und M. W. FLACK (25), die im Laufe der die Wenckebach'schen Feststellungen kontrollierenden Untersuchungen aus dem Herzen der Maus und der Ratte einen, dem Aschoff-Tawara'schem ähnlichen, von ihnen benannten Sinusknoten auswiesen.

Diesen klassischen Untersuchungen ist es zu verdanken, dass wir im Besitz unserer gegenwärtigen Kenntnisse, zwei, von einander im anatomischen Sinne unabhängige Systeme unterscheiden. Die Existenz dieser beiden Systeme wurde nach den verstrichenen Jahrzehnten durch ausgebreitete morphologische, physiologische, pathophysiologische und experimental-morphologische Untersuchungen gleichfalls gerechtfertigt, obgleich die Lösung der Einzelprobleme noch bei weitem nicht erschöpft ist. Dies bezieht sich insbesondere auf die Innervation des Systems, um nur eines dieser Probleme zu erwähnen, die trotz vieler literarischer Angaben bis heute ungelöst blieben.

Das Reizleitungssystem des menschlichen Herzens ist nach den vergleichenden Untersuchungen von W. HIS (1893), KEITH-FLACK (1907) und MACKENZIE (31) auf Grundlage der Werke von ENGEL (13), HAAS (21), MORISON (38), MÖNCKEBERG (35, 36, 37), KOCH (28), BENNINGHOFF (6), GÉRAUDEL (18), SETO (49), ABRAHAM (4), DUCKWORTH (39), usw. von den Widersprüchen abgesehen grössenteils erforscht. Die die Haustiere betreffenden Untersuchungen aber sind bei weitem nicht zufriedenstellend. Zumeist ergreifen sie nur ein Teilproblem, und dies auch nur bei einzelnen Tieren (Schaf, Ratte, Rind, Katze) in bezug auf andere Tiere hingegen sind literarische Angaben kaum aufzufinden (Schwein, Hase, Pferd, Ziege, Hund).

Bereits TAWARA (1906), später WILSON (53) und ENGEL (13), erweisen — indem sie das Atrioventrikulärsystem der Haustiere neben dem des Menschen untersuchten — dass die Reizleitungsfasern eine sehr reiche Innervation haben. Die Autoren berichten sogar über vegetative Ganglien aus dem Atrioventrikulärsystem.

Auf die Nervenfülle des Sinus weisen zuerst KEITH und FLACK (1907) hin. Weitgreifendere Untersuchungen wurden aber von MORISON (38), MEIKLEJOHN (39), WOOLLARD (55) unternommen, die vom 18. pränatalen Tag an Nervenfasern im Sinusknoten auszuweisen vermochten, und die die Aufmerksamkeit auf die reiche Nervenversorgung des Sinus lenkten. MEIKLEJOHN (39) wies beim Menschen zählige Ganglien rund um den Sinus aus. Bei Tieren beschrieben OPPENHEIMER (41) und EVERSBUCH (14) Ganglien und verstreute Nervenzellen aus der Gegend des Sinusknotens.

Mit der mikroskopisch-anatomischen Untersuchung des Reizleitungssystems beschäftigte sich MÖNCKEBERG (35) ausführlich. Nach den Untersuchungen von HOLL, LANGE, PETERSEN und SCHANDER, arbeitet ZIMMERMANN (56) die Anatomie und Histologie des Reizleitungssystems des Pferdes, des Rindes und Schweines, des Hundes und der Katze auf.

SPALTEHOLZ (7) und GÉRAUDEL (18), beschreiben die Blutversorgung des Reizleitungssystems. An den Reizleitungsfasern weist zuerst BOEKE (8) aus dem Reizleitungssystem der Schildkröte Endigungen in der Form von Endringen aus. WOLHYNSKI (54) untersuchte eingehend die Nervenfasern des Reizleitungssystems makroskopisch mit Metylenblau-methode an Kalbsherzen.

LAWRENTJEW veröffentlichte die Ergebnisse seiner, mit GURWITSCH-LASOWSKAJA (30) an Säugetierherzen vollführten Untersuchungen. Sie gliedern das reiche Nervengeflecht des Atrioventrikulärsystems in ein oberflächlicheres und ein tieferes Geflechtensystem. Aus dem tieferen Geflechtensystem teilen sie auch Endigungen mit, in der Form der, mit den Boeke'schen Mitteilungen übereinstimmenden Endringen. Sie untersuchten ebenfalls die Nervenzellen der Ganglien und reichten sie

in den Dogiel I. Typ ein. Ausserdem machten sie Mitteilung von Sensibelendigungen aus der Bindegewebsubstanz des Atrioventrikularsystems, an denen sie grosse Ähnlichkeit mit den sensorischen Endigungen des Endokards entdeckten.

PLECKSKOVA (42) bekräftigt die Behauptung LAWRENTJEW's und macht die Mitteilung von mehreren sensorischen Endigungen aus dem Reizleitungssystem der Katze.

Auf der Grundlage der Arbeiten H. SETOS (49), AKKERINGAS (2), und neulich MEYLINGS (33) erschien in der Literatur des Herznervensystems ebenfalls die retikuläre Auffassung, die auf dem Gebiet des Myokards die Gegenwart jeder freien Endigung verneinend nur eine Endformation anerkennt, das Reiser—Stöhr'sche Terminalretikulum.

NONIDIZ (40) gelang es sensible Endigungen auch aus den muskulären Elementen des Reizleitungssystems auszuweisen. SCHAEFER (48) setzte fest indem er den Aktionsstrom des Herzens beobachtete, dass in der Muskulatur des Vorhofs und der Kammer Baro- und Chemorezeptoren gegenwärtig sein müssen.

HABAROWA (22) weist an der Hand von am Schafsherzen vollbrachten experimental-morphologischen Experimenten aus, dass in dem *Crus commune* des Atrioventrikulärbündels der grössere Teil des oberflächlichen Geflechts aus parasymphathischen Fasern besteht. Sie erklärt die hier vorkommenden Ganglien auf Grunde der Degeneration der perizellulären Apparate für parasymphatisch und weist den Platz der sensiblen Endigungen im System des *Vagus* aus. KUNTZ (29) beschreibt eingekapselte sensorische Endkörperchen aus dem Atrioventrikulärbündel des Menschen.

Nach YAMANDA (1934) und HALPERN (1955) arbeitet MUIR (39) den Sinusknoten der Ratte auf. Auf Grunde seiner Untersuchungen setzt er fest, dass der Sinusknoten im Herzen der Ratte schon vom 15. Tag seines pränatalen Lebens erkennbar ist in der Form eines modifizierten Myokards. Er erreicht sein grösstes Ausmass bis zum 1–3. Tag seiner Geburt. An den Embryonen und neugeborenen Ratten kompaktes Syntitium während des postnatalen Lebens dringt Bindegewebe hinein und die Muskelemente werden der gewöhnlichen Herzmuskulatur ähnlich. Die Innervation betreffend meint der Autor, dass die Gegenwart von speziellen Endigungen nicht wahrscheinlich ist, nach seiner Meinung weicht sogar die Innervation in keinem grossen Masse von der die umgebenden Herzmuskel-Innervation ab. Dennoch hält er die Untersuchungen betreffs der Innervation für empfehlenswert.

Material und Methoden

Wir haben unsere Untersuchungen am Reizleitungssystem der Herzen von etwa 15 Schweinen, 6 Rindern, 5 Pferden und 2 Kälbern angestellt, die von dem Szege-der Schlachthaus eingesammelt wurden. Diese Herzen stammten mit Ausnahme des Kalbsherzens von gesunden, verschiedenaltigen Tieren, beiden Geschlechts, die in verschiedenem Kräftezustand waren. Das Material zwecks histologischer Untersuchungen wurde in dem Heidenhainschen »Susa« fixiert, zu den neurohistologischen Untersuchungen gebrauchten wir neutrales und wenig alkalisches (pH. 7,5–8) Formol. Bei den histologischen Untersuchungen wandten wir Haematein-Eosin, Van Gieson'sche, Mallory'sche und Heidenhain'sche Eisen-Haematoxilin-färbung an. Ausserdem vollführten wir zwecks Ausweis des Glykogen-Gehalts die Best'sche Spezialfärbung. Bei den neurohistologischen Untersuchungen wandten wir das Bielschowsky—Abraham'sche Verfahren mit Erfolg an, das sich mit geringfügigeren Veränderungen auch zum Hervorbringen feinsten Nervenformationen ausgezeichnet bewährte.

Die Anatomie des Reizleitungssystems

Der Sinusknoten (*nodulus sinoauricularis* Keith—Flack) befindet sich im Herzen des Schweines, des Pferdes und des Rindes bei der Einmündung der *Vena cava superior*, in dem Treffwinkel der *Vena cava superior* und der Au-

ricula dextra, auf der höchsten Stelle des rechten Vorhofs. Nach Abtrennen des Epikards ist er durch seine grauere Farbe von der ihn umgebenden Muskulatur auch makroskopisch gut unterscheidbar. Beim Schwein und Pferd hat es die Form eines unregelmässigen Halbmondes, bei dem Rind erinnert es am besten an ein »V« mit unregelmässigen Stielen. Die Mitte des Sinusknotens durchzieht ein, auch makroskopisch entdeckbares, stärkeres Äderchen, die Arterie des Sinusknotens. Die Ader ist ein Zweig der rechten *Coronaria*, deren Verlauf besonders auf dem Herzen des Rindes gut verfolgbar war, ganz bis zum Eintritt in den Sinusknoten. Diese Untersuchungen stimmen mit den, den Menschen betreffenden Angaben KOCHS (27) überein, der diesen Zweig ebenfalls als einen, aus der rechten *Coronaria* entspringenden ersah. Laut SPALTEHOLZ hingegen (7), kommt es bei Tieren oft vor, dass dieser Zweig aus der linken *Coronaria* entspringt. Mit den Venen des Sinusknotens beschäftigte sich GÉRAUDEL (18) eingehend, und fand, dass die Venen mit mehreren feinen Löcherchen in die *Auricula dextra* münden. Wir schliessen uns vollständig der Géraudel'schen Meinung an, denn bei den untersuchten Tieren fanden wir jedesmal zwei-drei feine Löcherchen zwischen dem Rande des Sinusknotens und der *Auricula dextra*, die wir für die Einmündungsstellen der Venen halten.

Aus dem Sinusknoten treten reizleitende Fasern enthaltende Zweige und dringen in die Muskulatur des rechten Vorhofs ein. MÖNCKEBERG (36) beschrieb beim Menschen fünf Zweige dieser Art. Diese Zweige fanden wir ebenfalls bei drei, zu unseren Untersuchungen ausgewählten Haustieren auf. Der bedeutendste Zweig, so der langgestreckte Schwanz des Sinusknotens, verläuft sich in den von WENCKEBACH beschriebenen *Sulcus terminalis* und entspricht dem, von SCHOENEBOURG ebenfalls beschriebenen WENCKEBACH'schen Bündel. Der Zweig tritt auf dem, dem Sinusknoten zugewandten Teil der *Crista terminalis* hervor, die besonders beim Schwein augenscheinlich ist, später sinkt sie unter das Endokard und umschlingt die *Vena cava superior*. Im Herzen des Pferdes und des Rindes ist die Erhöhung nur in seltenen Fällen entdeckbar. Aus dem Bündel treten auch in seinem Verlauf mehrere kleinere Zweige in die Muskulatur des Vorhofes. Es gelang uns ebenfalls das von MÖNCKEBERG beschriebene Thorel'sche Bündel im Herzen des Schweines aufzufinden, wir konnten es aber bloss bis zur *Vena cava inferior* verfolgen. Histologisch sahen wir aber auch um den Aschoff—Tawara-Knoten Fasernbündel solcher Art, als welche dem *Sinus* entspringen, und es ist möglich, dass sie der Fortsetzung des Thorel-Zweiges entsprechen. Ebenso wenig, wie ZIMMERMANN, fanden wir diesen Zweig beim Pferd und beim Rind in derselben Form, in welcher er beim Schwein sichtbar war. Die übrigen Zweige sind viel kleiner und tragen aus dem Sinusknoten reizleitende Fasern in die parietale Muskulatur, in der Richtung der *Auricula*, der *Vena cava superior* und des *Septum atriorum*. Beim Rind werden ausserdem die Stiele des »V«-förmigen Sinusknotens von feinen reizleitenden Fasernbündeln verbunden.

Der Aschoff—Tawara-Knoten (*nodulus atrioventricularis Aschoff—Tawara*) ist am unteren Teil des rechten Vorhofs, vor der Einmündung des *Sinus coronarius cordis*, unterhalb der *Fossa ovalis*, oberhalb der *Cuspis medialis* der *Valvula tricuspidalis* anzutreffen. Seine Form ist die eines langgestreckten Ovals, dessen Breite beim Schwein mit der des His'schen Bündels

übereinstimmt, beim Pferd und dem Rind aber diese Breite übertrifft. Er wird vom Endokard durch eine dünne Muskelschicht getrennt, die selbst in die mediale Klappe hineinstrahlt. Er schmiegt sich ebenfalls eng an den *Annulus fibrosus*, in dessen Vorderwinkel (*trigonum fibrosum dextrum*) beim Pferd und beim Schwein ein oberflächlich als Dreieck bezeichnbarer Knorpel, die *Cartilago cordis*, beim Rind aber auf der entsprechenden Stelle ein ähnlich geformter Knochen, das *Os cordis* auffindbar sind. Er ist auch mit der Aorta-Wurzel benachbart.

Nach HOLL stammt das, den *Aschoff—Tawara—Knoten* begrenzende Bindegewebe auch daher, als *processus tendineus aortae*. SEHNDE und OHMORI (7) tun von, mit dem *Aschoff—Tawara—Knoten* eng zusammenhängenden Nebensystemen Erwähnung auf Grundlage von Untersuchungen an Ratten, Meerschweinchen und Hunden. Wir fanden keine solchartigen Systeme an den untersuchten Tieren.

Aus dem *Aschoff—Tawara—Knoten* geht in die Richtung des Kammerseptum ein Bündel aus, das His'sche Bündel (*fasciculus atrioventricularis His*), dessen *Crus commune*-Teil in dem, dem Vorhof zugewandten Teil des *Septum membranaceum cordis* vorschreitet, und dies versieht es mit einer Bindegewebshülle. Über die Scheidewand der Kammern (*septum ventriculorum*) gelangt, teilt sich das His'sche Bündel durch einen scharfen Winkel in zwei Zweige, in die zwei *Tawara*'schen Stiele (*crus dextra et sinistra*).

Der rechte Stiel (*crus dextra*) befindet sich zuerst in subendokardialer Lage, um nachher ins Myokard zu kehren und intramuskulär im *Septum ventriculorum* vorzuschreiten. Zur septalen Papillarmuskel gelangt, gibt er in die Papillarmuskel einen schwachen Zweig ab, während der Rest der Fasernmenge sich in den *Musculus transversus* verläuft. Dieses konstante Muskelbündel, das die rechte Höhle der Kammer überbrückt, war schon dem LEONARDO DA VINCI bekannt, deshalb wird dieses Bündel von HOLL als das *Leonardo da Vinci'sche Bündel* benannt. TANDLER (50) erwähnt, ihn als *Trabecula septo-marginalis*, neuerdings lautet sein Name nach KING (1937) auch »Moderatorband«. Die im Muskelbündel fortschreitenden Reizleitungsmuskeln gelangen, nachdem sie die rechte Kammerhöhle überbrückten zur parietalen Papillarmuskel. BENNINGHOFF beschrieb beim Menschen Verzweigungen und zugleich auch sich nach rückwärts begebende Zweige. Wir konnten bei den von uns untersuchten Tieren Verhältnisse dieser Art nicht festsetzen. Beim Fundus der parietalen Papillarmuskel lockert sich das Bündel auf und verläuft sich strahlenförmig samt dem *Purkinje'schen* Fasernsystem in die Muskulatur der Kammer. Der linke Zweig schlägt seinen Weg nach der Verzweigung nach unten ein, eng neben dem Herzknochen (beim Rind am medialen Rand des ihm entsprechenden Herzknochens) und schreitet an der Kante der Kammer-scheidewand. Die rückwärtige rechte Klappe der Aorta (*spatium intervalvulare Henlei*) durchbrechend, verläuft er sich auf die linke Scheidenwand. Der Aorta zu wird der rechte Stiel vom *Musculus subaorticus* Jerisch umgrenzt, der bei dem Schwein sehr schwach, beim Pferd und Rind aber ansehnlich entwickelt ist. Der linke Zweig ist flacher und breiter, verläuft sich unmittelbar unterhalb des Endokards, tritt bei dem Rind aus dem Endokard gräulich hervor, stimmt aber beim Pferd und Schwein mit der Farbe der Herzmuskulatur überein und ist deshalb nicht auffallend. Nach UNGAR (1924) ist

er aber auf — mit Jod bepinseltem Material schön verfolgbar. Gegen Mitte des Kammerseptums breitet sich der Zweig aus und teilt sich in zwei kleinere Zweige. Ein schwächerer Zweig unter ihnen führt im *Septum ventriculorum* fort. Zwei stärkere Zweige (*fasciculus anterior et posterior*) treten unter dem Endokard hervor, in die linke Kammerhöhle, nachher sich wiedervereinigende, sehnige Zweige bilden, indem sie der linken Kammerspitze zuschreiten. Die sehnigen Zweige werden von BENNINGHOFF Pseudosehnen genannt. Das System der mit einander in Verbindung tretenden sehnigen Zweige ist beim Rind am reichsten, beim Pferd erstrecken sich zwei kräftige Zweige, — die der *Trabecula septomarginalis* ähnlich sind — in die linke Kammerhöhle. Beim Schwein schmiegen sich die Zweige eng an das Endokard und verlaufen so bis zur linken Kammerspitze. Schliesslich gehen sie in die Purkinje'sche Fasern über und verschwinden vollständig in der Muskulatur der Kammer. KOCH (28) beschrieb beim Menschen auch von der Verteilung des rechten Zweiges ab nach rückwärts verlaufende Zweige, die er mit der *Trabecula septomarginalis* vergleicht. Wir bemerkten an den untersuchten Tieren in keinem einzigen Fall solche nach rückwärts verlaufenden Zweige.

Die Arterie des Atrioventrikularsystems beim Menschen entspringt nach den Untersuchungen von HAAS (21) aus der rechten *Arteria coronaria* und dringt aus der hinteren Coronarienfurche in das Vorhofseptum, als *Ramus septi fibrosi*. Beim Eintritt in den Knoten verzweigt sie reichlich. Beim Pferd und beim Schwein erfuhren wir ebenfalls die überwiegende Teilnahme der rechten *Coronaria* an der Blutversorgung des Aschoff—Tawara—Knotens und des *Crus commune*-Teiles von His'schen Bündel, so wie der rechten Zweige. Bei dem Rind scheinen aber die linke und rechte *Coronaria* eine ebenbürtige Rolle in der Blutversorgung ebengenannter Stellen zu spielen. Der, sich neben dem linken Zweig hinziehende Zweig ist hingegen bei allen drei Tieren einheitlich ein Zweig der linken *Coronaria*. Wir müssen aber in vollem Einklang mit SPALTEHOLZ (1924) bemerken, dass die Variabilität in der Gefässversorgung im allgemeinen gross ist. Die Venen des Atrioventrikularsystems betreffend haben wir nichts zu erwähnen, denn die Festsetzung GÉRAUDELS (18) laut der die Venen des Atrioventrikularsystems durch das *Foramen Thebesii* in den rechten Vorhof münden, ist vollkommen richtig. Wir befanden bei den untersuchten Tieren die Einmündung der Venen in der Nähe des unteren Randes der *Vena cava inferior*. JOHNSTONE, WAKEFIELD und CUBREY (1922) nahmen betreffs der feineren Blutgefässversorgung Untersuchungen im Atrioventrikularsystem des Kalbes vor, und setzten fest, dass hier die feinere Blutgefässversorgung viel schwächer sei, als in der gewöhnlichen Herzmuskulatur. Dieser Feststellung schliessen sich auch WEARN und ZSCHIESCHE (1928) an, die sie halb so schwach befanden. In Bezug auf die feinsten Gefässe stimmt unsere Meinung der genannten Autoren überein, denn es stimmt tatsächlich zu, dass die Blutgefässe keine solchen feinen Zweige zu bilden pflegen, als welche in der gewöhnlichen Herzmuskulatur sichtbar sind, aber die allgemeine Blutversorgung beachtend, insbesondere, wenn wir die Präkapillaren betrachten, müssen wir unsere Entscheidung zu Gunsten der reicheren Blutversorgung treffen, die wir mit den hier auffindbaren reichen Gefässanastomosen deuten können.

Der histologische Aufbau des Reizleitungssystems

Der Sinusknoten des Schweines, des Pferdes und des Rindes ist strukturell von sehr ähnlichem Aufbau, von der Form abgesehen gibt es nur in seiner feineren Struktur Unterschiede. Für den Sinusknoten der drei Tiere ist es einheitlich charakteristisch, dass er aus dem Syntitium von sich in den drei Dimensionen kreuzenden, sich eng aneinanderfügenden Reizleitungsfasern aufgebaut ist. Beim Schwein ist diese Struktur so dicht, dass sie den Eindruck eines einheitlichen Syntitium macht (*Tafel I. Abb. 1.*). Bei dem Pferd und dem Rind ist der Sinusknoten, von dem des Schweines abweichend, etwas lockerer, so dass hier die Reizleitungsfasern auf einer längeren Strecke verfolgbar sind und selbständiger zu sein scheinen, am häufigsten ist aber unter den Fasern die enge syntitiale Verbindung ebenfalls gut erkennbar. Der Zwischenraum der Fasern wird mit Bindegewebe ausgefüllt, das sich stellenweise eine grössere Stellung erobert und unter den Reizleitungsfaser-Syntitien Bindegewebsnester ausbildet. Von aussen wird der Knoten vom Bindegewebe des Epikards umgeben, in dem stellenweise Glattmuskelbündel verlaufen. Dieses Gewebe ist beim Schwein lockerfaserig, beim Pferd und Rind dichtfaserig, worin — abgesehen vom Schwein — stets auch elastische Fasern kleinerer-grösserer Anzahl auffindbar sind. Doch niemals in solcher Menge, von deren Vorkommen BENNINGHOFF beim Menschen Erwähnung tut. Desgleichen fanden wir im sino-atrialen System nur vereinzelt Fettzellen. Der Sinusknoten ist durch Haematin-Eosin und, nach Van Gieson'schem Verfahren gefärbten Präparaten auch noch dadurch gut unterscheidbar, dass er sich mit einer bleicheren Farbe, als die gewöhnliche Herzmuskulatur färben lässt. Nach BEST gefärbt aber tritt der Sinusknoten, wie auch das aus ihm tretende, Reizleitungsfasern enthaltende Bündel, wegen des grösseren Glykogen-Gehalts, von der sie umgebenden Muskulatur mit lebhaft weinroter Farbe hervor. An den gefärbten Präparaten ist der Verlauf des »Nodus arteria«, der das ganze sinoatriale System mit Kapillaren versieht, gut ausnehmbar. Die Kapillarenversorgung im Sinusknoten ist etwas reichlicher als die Blutversorgung der ihn umgebenden gewöhnlichen Herzmuskulatur und die der Zweige stimmt mit denselben ungefähr überein.

Wegen ihrer dichten Struktur ist es schwer genug die Dicken- und Längenverhältnisse festzustellen, stellenweise kann man sich nur bei dem Pferd und dem Rind besser zurechtfinden, wo der Sinusknoten von etwas lockererer Struktur ist. Hier sind mit Beachtung der Dickenmasse zwei Faserntypen zu unterscheiden, ein dickerer und ein dünnerer. Der dünne Typ erreicht nicht einmal die Hälfte des üblichen Masses der Herzmuskelfaser, und kommt im Sinusknoten des Pferdes häufig, in dem des Rindes auch genug häufig vor, er scheint aber auch beim Schwein zuweilen nicht zu fehlen. Die dickere Fasernform kann das Mass der Herzmuskelfaser über das 1—1,5-malige übertreffen. Der Sinusknoten wird grösstenteils von dieser Faserart gebildet die sich in eine etwas aufgeschwollene Form selbst in den, den Sinusknoten verlassenden Zweigen fortsetzt. Die Länge der Reizleitungsfasern ist im Knoten zwischen 50—150 μ , in den Zweigen können auch längere Fasern vorkommen. Die Kerne der Reizleitungsfasern sind blasenartig geschwollen, verschieden-

förmig, stets grösser, als die der gewöhnlichen Herzmuskelfasern, beim Schwein oft doppelt. Die *Sarkoplasma* umgrenzt sie oft mit einem helleren Ring, der dadurch entsteht, dass der grosse, blasenartige Kern den Verlauf der Myofibrillen ablenkt und so nur die *Sarkoplasma* sichtbar wird. In den Kernen kommen 1 oder 2 Kernchen vor, beim Schwein kann man sogar 5 sehen. Ausser der Grösse der Kerne ist auch ihr Zahlenverhältnis höher, als in der Vorhofsmuskel. Die *Ebner'schen* Linien sind auf den Reizleitungsfasern nirgends sichtbar, die gerade Linie der Fasern wird nur hier und da von schwacher Einschnürung unterbrochen. In der Nähe der Einschnürung sind die Fasernsäume etwas zerknittert. In den Fasern sind wenig Myofibrillen, sie sind in loser Anordnung nur unter der *Sarkolemma* sichtbar, in der Mitte der Fasern ist nur selten eine vereinzelte Myofibrille sichtbar. Die Myofibrillen sind gewellten Verlaufs und kreuzen sich in drei Dimensionen, was auf den, mit *Heidenhain'schem* Eisenhaematoxin gefärbten Präparaten schön ersichtlich ist (*Tafel I., Abb. 2*). Auf ihnen ist die Querstreifung loser und verschwommener als auf den Herzmuskelfasern. An imprägnierten Präparaten des Pferdes tritt die Querstreifung bei dünneren Fasern lebhafter hervor, als bei den dickeren. Dennoch ist grell abstechende Querstreifung ziemlich selten. In der Literatur erwähnt *BRUNI* (9) die Gegenwart bedeutender Querstreifungen aus Rinderembryonen. Den Glykogengehalt der Reizleitungsfasern des Sinusknotens betreffend verrichtete *NAGAYO* (1901) ausführliche Untersuchungen an Huftieren und seiner Ansicht nach übertrifft der Glykogengehalt der Sinusfasern bedeutend den der Vorhofsmuskulatur. Nach der *Best'schen* Färbung halten wir *NAGAYO's* Angaben in Bezug auf die untersuchten Tiere ebenfalls richtig. Desgleichen muss es als Tatsache angenommen werden, dass die Reizleitungsfasern die gewöhnliche Herzmuskulatur an Glykogengehalt übertreffen, umso mehr, da es sich in der Literatur auch eine derartige Angabe, wie die des *LA FRANCA* (16) finden lässt, der in einer, durch Koffein hervorgerufenen Tachycardia auch den Glykogenabbau beobachtete.

Aus dem *Sinus* gehen, in parallele Reihen geordnete, auch auf längerer Strecke kreuzungslos weiterverlaufende, aus Reizleitungsfasern bestehende Bündel aus, die in die Richtung der *Vena cava superior*, in die *Auricula*, in die Vorhofswand und in das *Septum atriorum* Reizleitungsfasern tragen. Die im Stamm sich verlaufenden Reizleitungsfasern sind im allgemeinen breiter und blasiger, als die Fasern des Sinusknotens. Mit ihrem geraden Verlauf und durch das Schärferwerden der Querstreifung sehen sie bereits den gewöhnlichen Herzmuskelfasern ähnlich doch sind sie zugleich Träger der bezeichnenden Merkmale. So ist der Kern gross, blasig, das Plasma färbt sich hell, die Myofibrillen losen Verlaufs, auch sind die *Ebner'schen* Linien nicht sichtbar. Diese Unterschiede sind nur bei den, im Stamm verlaufenden Fasern ausgeprägt. Bei den einzelnen, in die gemeinsamen Muskulatur tretenden Fasern, verwischen sich auch diese Unterschiede allmählich und das Verfolgen des Systems wird unmöglich.

Der *Aschoff-Tawara'sche* Knoten ist strukturell dem Aufbau des Sinusknotens sehr ähnlich, denn auch jener baut sich aus dem Syntitium, der sich in den drei Dimensionen des Raumes kreuzenden, im Vergleich zum *Sinus* etwas lockereren Fasern auf. Die Fasernabstände werden durch Bindegewebe aus-

gefüllt, welches unter den locker geordneten Reizleitungsfasern an einigen Stellen Bindegewebsnester formt, wie es im Sinusknoten ähnlicherweise vorkommt. Der *Aschoff-Tawara'sche* Knoten des Schweines hat den dichtesten Aufbau unter den, der drei Tiere (*Tafel I., Abb. 3*). Der des Rindes ist schon etwas lockerer, der des Pferdes besteht schon aus ganz locker geordneten, sich in verschiedene Richtungen verlaufenden Reizleitungsfasern. Bei dem Rind ist es ausserdem bezeichnend, dass der *Aschoff-Tawara'sche* Knoten durch eine breitere Bindegewebscheidewand in zwei Teile gegliedert wird, in den grösseren Vorhofsknoten und in den bedeutend kleineren Kammerknoten. Das Bindegewebe ist im *Aschoff-Tawara'schen* Knoten des Rindes und des Schweines lockerfaserig, bei dem Rind mit reichhaltiger Kollagenfasersubstanz, wohingegen das des Pferdes gegen das *His'sche* Bündel graduell in ein plattig geordnetes, dichtfaseriges Bindegewebe übergeht. In dem Bindegewebe kommen elastische Fasern auffallend selten vor, in Gegensatz zu den Angaben *RENONS* und *GÉRAUDELS* (45), die sie aus dem *Aschoff-Tawara'schen* Knoten beim Menschen in auffallend grosser Anzahl ausweisen konnten. Ebenfalls müssen wir uns betriefts der Gegenwart der Fettzellen verneinend äussern, im Gegensatz zu den, sich auf den Menschen beziehenden Angaben *BULLARDS*. (10), denn wir sehen selbst in dem *Aschoff-Tawara'schen* Knoten fettleibiger Tiere in keinem einzigen Fall Fettzellen.

Im Atrioventrikularsystem sind, dem Synatrialsystem ähnlich, zweierlei Fasernarten auffindbar, die sich auch wegen der übrigens allzu grossen Umfangsverschiedenheiten nicht vollständig mit einander vergleichen lassen. Dies bezieht sich besonders auf die dickeren Fasern, die auch das Dreifache der gewöhnlichen Herzmuskelfasern übertreffen, bis die dünneren Fasern nur dessen 1—1,5 fache erreichen und sich auch mit dem, in *Sinus* auffindbaren Fasern viel besser vergleichen lassen. Von einer derartigen Gliederung der Reizleitungsfasern des Atrioventrikularsystems — die auch unsere Untersuchungen unterstützen, tut schon *BENNINGHOFF* (7) Erwähnung beim Menschen. Wo er aber findet, dass der *Aschoff-Tawara'sche* Knoten, das *His'sche* Bündel, sowie das Ausgangsgebiet des linken und rechten Zweiges aus schmalen Fasern bestünden, im Gegensatz zu den Endzweigen des Bündels, die seiner Meinung nach aus breiten Fasern bestehen sollten, erkennen wir, dass das Atrioventrikularbündel schon bereits von Ausgang des *His'schen* Bündels an, aus den breiteren *Purkinje'schen* Fasern aufgebaut ist. Wir müssen es aber zugeben, dass die Fasern dem Ende des Systems zu breiter werden, und wenn man das verschiedene Untersuchungsmaterial in Betracht nimmt, ist die von uns entdeckte Differenz unwesentlich. Die Reizleitungsfasern färben sich auf Präparaten hier, wie im Sinoatrialsystem mit Haematein-Eosin und nach *VAN GIESON* gefärbt bleicher, nach *BEST* gefärbt aber mit lebhafterer, weinroter Farbe, als das sie umgebende gewöhnliche Muskelgewebe (*Tafel I., Abb. 4*). *KOCH* (1922) sondert beim Rind, nach *Best* gefärbt den *Aschoff-Tawara'schen* Knoten, zu dem des Vorhofs und der Kammer ab, was wir an unseren Präparaten ebenfalls bekräftigt finden. Der Ansicht aber, dass der Aufbau des Kammerknotens den des Vorhofsknotens an netzartiger Struktur übertreffen würde und sich wegen seines grösseren Glykogengehalts besser färben liesse, können wir nicht beipflichten, denn wir fanden beide gleich netzartig, der Kammerknoten

enthält nur etwas dickere Fasern, als der Vorhofknoten, ihre Färbung ist trotzdem einheitlich. Sehr erbaulich sind die, mit *Heidenhain'schem* Haematoxin gefärbten Präparate, auf denen die lockere Anordnung gut ersichtlich ist, sowie auch die Kreuzung der aus den drei Dimensionen kommenden Myofibrillen, wie sie durch ihren gewellten Verlauf bei den Treffpunkten der sich in syntitialer Verbindung befindenden Fasern Wirbel und reichliche Kreuzungen bilden. Die Myofibrillen sind ungefähr gleich dick, nur im *Aschoff—Tawara'schen* Knoten des Schweines waren auffallend dünne, stellenweise aber auffallend dicke Myofibrillen ersichtlich. Die Querstreifung ist auf den Myofibrillen beinahe ganz verschwommen, so dass man sie nur vermuten kann, doch kann sie bei imprägnierten Präparaten manchmal ganz scharf hervortreten, wie wir es im *Aschoff—Tawara'schen* Knoten des Pferdes und des Rindes sehen. Die Zellkerne sind gross, zumeist oval, oder ganz blasig, oft doppelt, beim Schwein können aber auch fünf beisammen sein. Ein Teil der Kerne wird von einem hellen Plasmenhof umgeben, solche Fasern nennt *BENNIGHOFF* Hohlfasern. Die *Sarkoplasma* färbt sich immer hell, bei bedeutender mikroskopischer Vergrösserung sind manchmal feine Körnchen in ihr sichtbar, die wahrscheinlich Glykogenkörnchen sind, andermal kommt sie aber vollständig homogen vor. Die Zellgrenzen und die *Ebnerschen* Linien sind an den Reizleitungsfasern nirgends sichtbar. *SCHAEFFER* nach werden die Zellsyntitien von einem Kolloidklebstoff zusammengehalten, dessen Strahlenbrechung mit der der Plasma übereinstimmen dürfte und so unsichtbar ist.

Die Elemente des sino-atrialen und atrioventrikularen Systems weisen bei den untersuchten Säugetieren einen ähnlichen histologischen Aufbau auf. Wenn es im Aufbau der beiden Systeme Abweichungen gibt, so sind sie nahezu belanglos. Umso grösser sind die histologischen Unterschiede zwischen dem Atrioventrikularbündel und den primären Reizzentren. Übrigens gibt es unter den Atrioventrikularbündeln der untersuchten Tiere ebenfalls bedeutende histologische Unterschiede. Die Reizleitungsfasern des Atrioventrikularbündels breiten sich von den Anfängen des *His'schen* Bündels, beim medialen Rand des *Aschoff—Tawara'schen* Knoten aus, und nehmen in dem Falle von den drei, von uns untersuchten Tieren eine charakteristische, von einander abweichende Form auf, die in den Unterschieden von Gestalt, Mass und Aufbau der *Purkinje'schen* Zellen zum Ausdruck kommt. Die Fasern verlieren ihre, in den Knoten so auffallende Form und ordnen sich in parallele Reihen. Im Vergleich zu den Knoten, verkürzen sich die, im Atrioventrikularbündel auffindbaren Zellen, und werden breiter, behalten aber ihre syntitialen Verbindungen, stellenweise gehen die sich nebeneinander verlaufenden Fasern in einander über, trotzdem sind sie selbständiger, als die Knotenfasern. Am auffallendsten ist die Selbständigkeit der Fasern beim Schwein; bei dem Pferd ist die Verbindung unter den Fasernbündeln etwas enger, beim Rind ist sie schon so eng, dass man nicht einmal über unabhängige Reihen sprechen kann (*Tafel II., Abb. 1*).

Das Dickenmass der Fasern übertrifft das Dreimalige der gewöhnlichen Herzmuskelfasern. Am schmalsten sind die *Purkinje'schen* Zellen des Schweines (18—25 μ) etwas dicker sind sie beim Pferd (25—30 μ) und am beträchtlichsten beim Rind, wo der Zelldurchmesser von 5 μ auch häufig ist. Im Ver-

gleich mit den, im *Crus commune*-Teil des His'schen Bündels auffindbaren Massen, gegen das Ende des Systems, aber auch dort besonders im linken Zweig, werden die Fasern noch breiter, so dass sie beim Pferd und beim Rind sogar 80—100 μ erreichen können.

Beim Schwein baut sich das Atrioventrikulärbündel bis zum Ende des Systems aus dem *Syntitium* von Zellen nahezu gleichen Masses, — die etwas zerknitterte Ränder haben und zylinderförmig sind — auf. An den Zellrändern, andersmal in der Mitte der Zellen lässt sich der vereinzelt oder zu zweit stehende, blasige Zellkern beobachten, den oft ein heller Plasmahof umrandet. In den Zellen sind die Myofibrillen in einer ganz lockeren Anordnung sichtbar. Sie verlaufen sich unter der *Sarkolemma*, längs des Zellkörpers, auf ihnen lässt sich, ziemlich dicht verschwommen die Querstreifung erkennen. Die Zellen gehen ohne jede sichtbare Grenze ineinander über und bilden sich der Länge nach verlaufende Fasern. Der Abstand der Faserbündel ist im *Crus commune*-Teil grösser, zwischen ihnen findet man lockerfasriges Bindegewebe, und das ganze His'sche Bündel wird durch das *Septum membranaceum cordis* von einer Bindegewebshülle umgeben. In den Stielen schmiegen sich die Reizleitungsfasern eng zueinander, was besonders beim linken Zweig augenscheinlich ist, wo sie sich in der Breite des ganzen Bündels ordnen. Gegen Ende des Systems verstreuen sich die Fasern und strahlen in die Kammermuskulatur hinein.

Die Purkinje'schen Zellen sind im His'schen Bündel des Pferdes rechteckig, unter ihnen wird die Zellgrenze durch eine dunkle Linie und die schwache Einschnürung angedeutet. Die Zellen sind denen des Schweines ähnlich, aber etwas dicker und blasiger. Unter den Fasern ist lockeres Bindegewebe, das His'sche Bündel wird von dichtfasrigem Bindegewebe umgrenzt. Die nebeneinander verlaufenden Bündel ordnen sich dichter als beim Schwein und anastomosieren reichlich mit einander (*Tafel II., Abb. 2*). Beim Rind, zu dem wir noch später zu sprechen kommen werden, ordnen sich die Reizleitungsfasern in dem Bündel auf eine ganz verschiedene Weise. Sie weisen nämlich besonders im linken Zweig eine dichte Struktur auf (*Tafel II., Abb. 3*). In den Zellen ist je ein grosser, blasenartiger Kern sichtbar, der sich in, sich charakteristisch ändernder Form zeigt und auf die Gegenwart von speziellen Kernvorgängen folgern lässt. Der Verlauf dieses Kernprozesses ist uns nicht klar, was wir morphologisch unzweifelhaft finden ist, dass der Chromatinbestand der Kerne veränderlich ist. Man kann nämlich chromatinarme Kerne finden in denen nur das Kernchen sichtbar ist, und die sich hell färbende Nukleoplasma, doch kann man ebenfalls chromatinreiche Kerne, die sich ganz dunkel färben und auch sehr viele Übergangsformationen zwischen den zwei Verhältnissen aufweisen — beobachten. Um die an Chromatin sich anreichender Kernsubstanz kann man in der *Sarkoplasma* ebenfalls Chromatinschollen kleinerer, grösserer Menge finden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass im *Crus commune*-Teil des Atrioventrikulärbündels des Pferdes eine amitotische Teilung vor sich geht, denn stellenweise kann man Doppelkerne sehen, die manchmal sogar in Verbindung miteinander stehen. Stöhr tut ebenfalls davon Erwähnung, es ist wahr, dass wir in Bezug auf die Gegenwart der mitotischen Teilung nicht einverstanden sein können — die amitotische Teilung hal-

ten wir aber insbesondere auf Grunde dessen, was wir im Atrioventrikulär-bündel des Rindes wahrgenommen haben für unzweifelhaft. Beim Pferd ist es besonders überraschend, dass im Falle des Doppelkernes, der eine ein heller chromatinarmer, der andere aber ein chromatinreicher, zerfallender Kern ist, was durch die ihn umgebende Chromatingranulation bewiesen wurde. Wenn es so ist, kann man mit Recht voraussetzen, dass aus der amitotischen Teilung ein chromatinarmer und ein chromatinreicher Kern hervortritt, der chromatinreiche zerstäubt graduell in der Sarkoplasma und wird wahrscheinlich in den biochemischen Prozessen der Reizleitungsfasern verwertet, bis der chromatinarme Kern sich in der Chromatinsubstanz zu verdichten anfängt. Nach einer gewissen Zeit teilt er sich, und der Prozess nimmt wieder seinen Anfang. Die Dauer der Periode ist unabsehbar, soviel ist sicher, dass er im ganzen Bündel nicht einheitlich ist, weil er sich nahezu in jeder Zelle selbständig abspielt. Dies beweisen die vielen Übergangsformen die vors Auge des Mikroskopikers geraten. Warum dieser Prozess nur beim Pferd auf die Weise beobachtbar ist, bei den zwei anderen Tieren aber nicht, oder nur anders, und auch hier weshalb nur in dem *Crus commune*-Teil des Atrioventrikulär-bündels, ist eine Frage, auf die wir augenblicklich keine Antwort geben können. In den *Purkinje*'schen Zellen laufen locker geordnete Myofibrillen, die sich stellenweise wellenförmig verlaufen. Sie treten auch in die Nachbarszellen über, einige kreuzen sich an der Zellengrenze, andere hingegen kreuzen sich in der Plasma der Nachbarzelle (Tafel II., Abb. 4). In der Mitte der Zelle sind, neben der oberflächlichen Myofibrillensubstanz quer- und diagonal verlaufende, viel dünnere, als die obenerwähnten Myofibrillen ebenfalls sichtbar, die von der Zellmembran ausgehen, doch können sie auch von dem oberflächlichen Myofibrillensystem gebildet sein, dadurch, dass es verzweigt. Auf den Myofibrillen fallen die Querstreifen ziemlich weit voneinander und sind besonders auf den imprägnierten Präparaten scharf sichtbar. Auf den quengerichteten Fibrillen sind an der Stelle der Querstreifen oft kleine Knötchen sichtbar, die diesmal schnurförmig sind. Ausserdem sind in der Plasma mancher Zellen viele winzige, sich hell färbende Körnchen sichtbar, — wahrscheinlich Glykogenkörnchen, denn auf den, nach BEST gefärbten Präparaten sind sie im Vergleich zur Plasma etwas roter.

In dem *His*'schen Bündel des Rindes sind die riesigen, 50—100 μ grossen *Purkinje*'schen Zellen nicht selten die eine unregelmässigen Fünf- oder Sechseckform haben und an denen man in dem *Crus commune*-Teil des *His*'schen Bündels eine gewisse Verschmelzungstendenz entdecken kann. Insofern die Zellen eng nebeneinander geraten reduziert sich das Bindegewebe aufs Minimum, nur der *Crus commune*-Teil Atrioventrikulärbündels wird von einer reichen Bindegewebesubstanz umgeben. Die Zellkerne sind im Vergleich zum Zellkörper klein, sehr oft doppelt. Sie treten im rechten Zweig, auf dem, nach der Verzweigung unmittelbar folgenden Strecke in vielfältiger Anordnung und Zahl in Augenschein, was mit dem intensiveren amitotischen Kernteilungsprozess dieses Gebietes deutbar ist. Oft finden sich hier nämlich neben doppelten Kernen vierfache, sogar sechsfache Kerne (Abb. 1.). Sogar die fünf- und siebenfache Kernzahl ist nicht selten, die entweder neben- oder nacheinander sich in eine Linie ordnen. Die unpaare Kernzahl dürfte auf die:

Weise entstanden sein, dass von den, im Laufe der amitotischen Teilung zustande gekommenen Kernen sich nur einer wiederholt teilt, die übrigen mit der Teilung aufhören, oder, im Falle paariger Kernzahl sich die übrigen auch teilen dürften. Warum einer Zelle zwei, oder vier Kerne genügen, warum die andere fünf- oder sechs benötigt, und ob dies zur normalen Funktion des Atrioventrikulärbündels unerlässlich ist, ist eine Frage, bei der es sehr schwer ist eine zufriedenstellende Antwort zu finden. In den Zellen, den *Purkinje*'schen Zellen des Pferdes ähnlich, sind die Myofibrillen locker geordnet, verzweigen oft und durchsetzen die Zellen kreuz und quer (Tafel III., Abb. 1).

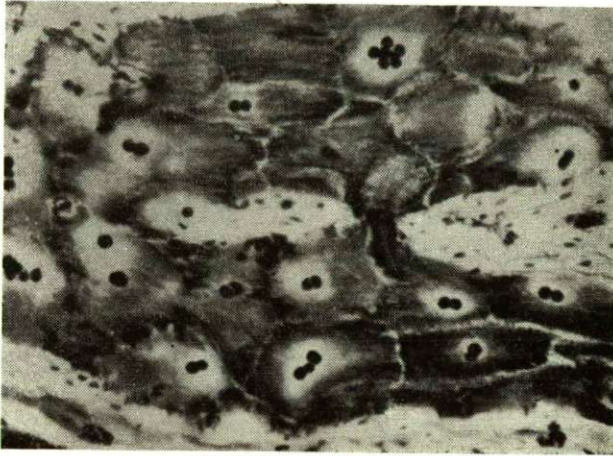


Abb. 1.: *Bos taurus*: Der rechte Zweig des His'schen Bündels. Vielkernige reizleitende Fasern. Bielschowsky-Abraham'sches Verfahren. Mikrophotographie. Vergr.: 150 x.

Unterhalb der *Sarkolemma* ordnen sie sich etwas dichter, in der Zellenmitte sind sie locker. Wenn wir ein Präparat betrachten, auf welchem das Messer des Mikrotoms die Zellen genau halbierte, bezeichnen die, sich unter der *Sarkolemma* aneinanderschliessenden Myofibrillen klar die Zellgrenzen und dem Mikroskopiker bietet sich ein, an die Wachsscheibe der Bienen erinnerndes Bild dar. In der Mitte der Zellen sind die Myofibrillen dünner, verzweigend, stellenweise fein granuliert. Auf den dickeren Myofibrillen ist die lockergeordnete, scharfe Querstreifung gut ersichtlich. Die *Purkinje*'schen Zellen des Kalbes wurden von JOHNSTONE (24) auch im polarisierten Licht untersucht und er fand, dass sie izotrope und anizotrope Bündel bilden.

Die Innervation des Reizleitungssystems

Die Klarstellung der Nervenzusammenhänge des Reizleitungssystems ist ein vielseitiges und schweres Problem. Bei ihrer Untersuchung finden wir uns in vielen Fällen einer ganzen Reihe unbekämpfbarer Hindernissen gegenübergestellt, deren Ursprung neben den technischen Schwierigkeiten hauptsächlich auf die ausserordentliche Kompliziertheit des vegetativen Nervensystems zurückzuführen ist.

Das Grundproblem muss unbedingt auf dem Gebiet des strukturellen Gebildes vom terminalen Teil des vegetativen Nervensystems erfasst werden, das mit seinen abwechslungsreichen Erscheinungsformen, trügerischen Nervenbildern auch bis zum heutigen Tage die Quelle von vielen Widersprüchen war. Leider gesellen sich zu diesem an sich ernstesten Problem auf dem Gebiet des Herzsystems auch noch neue Probleme, die mit den obengenannten wetteifern, d. h. die Frage der Entstehung, Entwicklung und Funktion des Reizleitungsgewebes, die die klare Übersicht in der Frage der Innervation noch weiter erschweren. Deshalb können wir von dem Gesichtspunkt der vergleichenden Untersuchungen aus eine kurzgefasste Ausführung der den Ursprung des Reizleitungssystems betreffenden Vorstellungen nicht unbeachtet lassen, und aus dem Gesichtspunkt der Wertung der Innervation die Berührung der die Funktion betreffenden Theorien desgleichen.

Über den Ursprung des Sinoatrialsystems äusserten sich zuerst KEITH und FLACK, die es mit dem sinoatrialen Verbindungsgewebe der kaltblütigen Wirbeltiere in genetische Verbindung brachten. Andere hingegen halten es mit dem *Sinus venosus* analog. Unter den neueren Forschern führt BENNINGHOFF, der sich viel um die Aufdeckung des Problems bemühte, den Ursprung des Sinussystems auf den sinoatrialen Ring der Reptilien zurück. Seiner Ansicht nach bleibt bei den Säugetieren der craniale, bei den Vögeln der caudale Teil des Ringes als reizleitendes Gewebe erhalten. Um der Vollständigkeit Genüge zu leisten müssen wir noch die Vorstellung DAVIES' und FRANCIS' (11) erwähnen, die das Sinoatrialsystem für eine neue, neomorfe Bildung halten. In der Frage des Ursprungs des Aschoff-Tawara'schen Knotens sind die Meinungen ähnlicherweise verschieden. RETZER und TANDLER halten ihn ebenfalls für eine Neuerwerbung. BENNINGHOFF hingegen hält ihn für den Rückstand des Atrioventrikularrings. Die Funktion des Systems betreffend erbrachten DAVIES, FRANCIS (11, 12) und KISTIN (26) ziemlich schlagende Beweise für die Myogentheorie in Bezug auf die Purkinje'schen Fasern. Dieselben werden von der Beobachtung GOSS' (39) unterstützt, laut der auf dem Rattenherzen der Sinusknoten schon vor dem Einwachsen der Nerven zu funktionieren scheint. AGDUHR (1), GLOMSET und GLOMSET (20), GLOMSET und BIRGE (19) hingegen halten das Prinzip der neurogenen Funktion aufrecht. In dieser Frage aber scheint trotzdem kein derartiger Gegensatz zu herrschen, wie in den anderen Fragen, denn neuerdings nähern sich die zwei Anschauungen durch die *neuromuskuläre Theorie*. Nach MACKENZIE (31) zieht auf Grunde experimentalmorphologischer Untersuchungen HABAROWA (22) solche Folgerungen. Beweiskräftig in dieser Frage ist die embryologische Beobachtung MALLS (32), der an 20 mm grossen Embryonen entdeckte, dass die Nervenfasern bereits in eine enge Verbindung mit dem Reizleitungsgewebe treten, was auf die weitere Differenzierung des Systems von entscheidender Einwirkung ist.

Der Sinusknoten, aber auch die *Crista terminalis* und der *Sulcus terminalis* sind ein sehr reich innerviertes Gebiet, was schon KEITH und FLACK auffiel. Die, auf sie folgenden Autoren bestärkten diese Auffassung betreffs eines grösseren Gebiets in jeder Hinsicht. Wenn wir das Endo- und Epikard des Sinusknoten betrachten, finden wir in der Nähe des Reizleitungsgewebes auffallend viele, sehr grosse, gemischte Fasern enthaltende Nervenstämmchen, um die man auch stets kleinere und grössere Gangliengruppen reichlich finden kann. Bei den Huftieren beschrieb OPPENHEIMER (41) kleinere Ganglien, bei der Katze erwähnt EVERSBUCH (14) zerstreute Nervenzellen aus diesem

Gebiet. In den von uns gefundenen Ganglien kommen im allgemeinen multipolare Neurone vor, unter denen die, in Vergleich zu den, auf anderem Gebiet des Reizleitungssystems auffindbaren Neurone, die auffallend kleine Zellform häufig vorkommt. Beim Schwein und beim Rind lassen sich unter den Neuronen in grosser Anzahl solche finden, deren Fortsatz sich nicht vollständig imprägnieren lässt, nur der abgerundete Zellkörper und der chromatinarme Kern sind gut sichtbar. Von der Gegenwart solcher Zellen tut auch LAWRENTJEW Erwähnung aus den Herzganglien des Schafs, der diesen Zellen Mikrozellen nennt, und sie auch ausser den Herzganglien in anderen vegetativen Ganglien auffand. Diese Zellen, die sich in der Nähe des Sinusknotens befinden, werden beim Rind von feinen varikosen Fasern umwoben mit reichen Perizellularapparaten versehen. Auf einigen Zellen dieser Art bilden in kleineren oder grösseren Kugeln endigenden, vermutlich aus dem *Vagus* stammenden Fasern Synapsen.

Die Nervenstämme dringen bei allen drei Tieren nach mehreren Verzweigungen in die Bindegewebssubstanz des Sinusknotens ein und bilden, sich auf den Reizleitungsfasern graduell verzweigend ein lockeres, oberflächliches Flechtensystem. Die grösseren Stämme sind auch auf den gefärbten Präparaten gut ausnehmbar. Die ersten Angaben in der Mitteilung KOCHS (28) erschienen nach solche Präparaten in der Literatur. Was die Frage der feineren Innervation anbelangt, löst sich das bei den drei Tieren erfahrene einheitliche Nervenbild auf, denn wir können sehr grosse Unterschiede sowohl bei diesen Endigungsformen, welche efferente, als auch bei denen, die afferente Innervationen zuwege bringen wahrnehmen, und desgleichen im Aufbau der mit dem Reizleitungssystem eng zusammenhängenden Ganglien. Im allgemeinen können wir das Sinoatrialsystem des Schweines als das am reichsten innervierte betrachten, hier fanden wir die interessantesten, hellsten und so am besten bewertbaren Verhältnisse.

Beim Schwein treten aus dem, gemischte Fasern enthaltenden Stamm stellenweise dickere Fasern, die wahrscheinlich aus dem *Vagus* stammen und die von dünneren Fasern sympathischen Ursprungs begleitet sind. Diese Fasern verzweigen mehrmals in die, neben den Nervenstämmen auffindbare reizleitende Fasernsubstanz, schliessen sich eng der *Sarkolemma* an, und versehen sie mit einem sehr reichem Geflecht. Der *Vagus*-Ursprung wird auch durch ihr strukturelles Verhalten gerechtfertigt, sie sind nämlich leicht varikös und wo die Imprägnation feiner ist, ist auch ihr neurofibrillärer Aufbau gut sichtbar. Längs ihres Verlaufs divergieren sie öfter nacheinander in zwei Zweige, formen an der Stelle der Teilung eine dreieckige Verdickung, und die Zweige verdünnen sich allmählich. Nach einer gewissen Verzweigung gehen sie in terminale Zweige über, an welchen der präterminale Teil mit winzigen Knoten dicht varikös ist. Von der Faser lösen sich diesmal schon nahe Fasernabzweigungen ab, an deren Enden etwas dickere Endkugeln als die der Varixen ersichtlich sind. Wenn man das Ende der Hauptfaser beobachten kann, findet man dort ebenfalls, dass die Endigung entweder eine Endkugel, oder ein, aus Zurückbiegung entstandener Endring ist, die sich zumeist unter der *Sarkolemma* hypolemmal ordnen. Die dünneren, aus dem Stamm getretenen Fasern verfolgen auf einer gewissen Strecke die dickeren Fasern,

dann bilden sie verzweigt, stellenweise neben den dickeren Fasern auch Endigungen. Andersmal trennen sie sich von denselben und verlaufen abgesondert, oder schliessen sich dem Geflecht eines anderen Fasersystems an, und enden daselbst. Die Endigungen sind Endkugeln und Endringe, die neben den dickeren Fasern epilemmal, andersmal in der Plasma hypolemmal in Augenschein treten.

Die Innervation der aus dem Sinusknoten tretenden Zweige stimmt mit dem des Sinusknotens beinahe vollkommen überein, der Unterschied zeigt sich nur darin, dass hier die Nervenzweige die Reizleitungsfasern auf einer längeren Strecke verfolgen. Endigungen sind seltener sichtbar (Abb. 2).¹

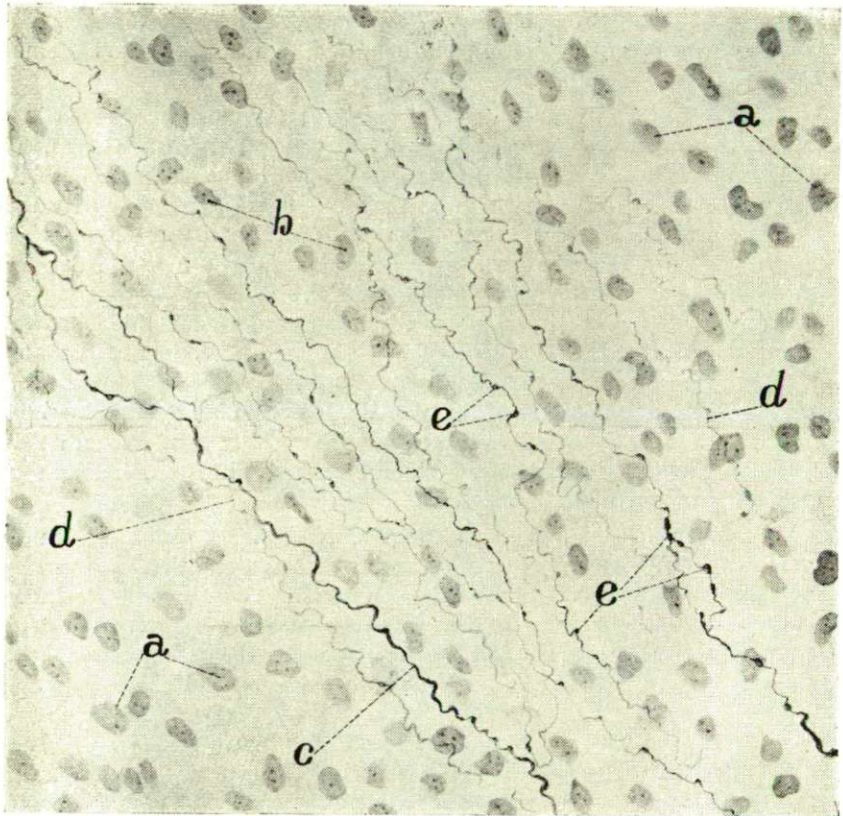


Abb. 2.: *Sus scrofa domestica*: Die Innervation des Sinusknotens. **a** Kerne der reizleitenden Fasern; **b** Nucleolus; **c** dicke Faser; **d** dünne Faser; **e** Varix. Biel-schowsky-Abrahám'sches Verfahren, Vergr.: 600 x. Photographisch auf 1/2 verkleinert.

Mit der Untersuchung der Innervation der Reizleitungsfasern beschäftigte sich bei Huftieren OPPENHEIMER (41) sehr viel, der mit Methylenblau-methode

¹ Die Zeichnungen wurden von E. Dános Zeichnerin des Institutes hergestellt.

ein, auf den Reizleitungsfasern reich verzweigendes, sie ganz durchsetzendes Netz beschrieb. Mit dieser Feststellung können wir auf Grunde unserer Untersuchungen keineswegs einverstanden sein. Soweit können wir OPPENHEIMER beipflichten, dass die Reizleitungsfasern von den Nervenzweigen reichlich innerviert, an vielen Stellen sogar ganz umstrickt sind, aber von einem Netz lässt sich keineswegs sprechen, denn die Fasern behalten stets ihre Selbstständigkeit. Es stimmt zu, dass sie stark varikös sind, und dies bei feinen Nervenzweigen ein trügerisches Bild geben kann, aber wir vermochten sie stets auseinanderzuhalten und fanden auch in vielen Fällen die Fasernendigungen. Was die Endigungen anbelangt, sind wir unbedingt der Meinung, dass in der Innervation der Reizleitungsfasern auch der präterminale Teil teilnehmen kann und so der Endteil der Nervenfasern die Übertragung der Nervenimpulse auf einer grossen transmissonalen Übertragungsoberfläche abwickeln kann. Nach KIRSCHKE müssen wir dies bei den perizellularen Apparaten für ganz offenbar halten, überdies können aber hier bei den neuromuskulären Synapsen ebenfalls Verbindungen solcher Art vorkommen. Die grosse territoriale Ausdehnung des ganzen Systems im Vergleich zu den feinen, winzigen Endigungen macht dies ebenfalls voraussetzbar.

Im Sinoatrialsystem des Schweines war neben der reichlichen efferenten Innervation eine reiche afferente Innervation ausweisbar in der Form von zwei Endigungstypen. Unter ihnen fanden wir die Endigung des einen Typs an der Grenze des Myokards, im Reizleitungssystem, was nicht nur hinsichtlich des Schweineherzens, sondern im allgemeinen betreffs der Innervation des Herzens neu ist und als ein Interorezeptor spezifischen Aufbaus zu betrachten ist. Hier dringt ein grösserer, meistens dicke Fasern enthaltender Stamm in den Sinusknoten ein, aus welchem auf beide Seiten acht-zehn dicke Fasern hervortreten. Die hervortretenden Fasern verzweigen unmittelbar neben dem Stamm. Einige der Zweige kehren in den Stamm zurück, andere hingegen gehen nach mehrmaliger Verzweigung in eine kleinere, oder ohne Verzweigung in eine grössere neurofibrilläre Endplatte über. Die Form und der Aufbau der ausserordentlich grossen Platte variiert stark (Abb. 3). Unserer Meinung nach, können wir dadurch, dass wir dieses spezifisch aufgebaute Nervenendigungsorgan entdeckten, auf zwei sehr wichtige Fragen klare Antwort geben. Die eine ist morphologischer Natur, die andere gehört ins Gebiet der experimentalen Physiologie. Die eine bezieht sich auf die Debatte, Stelle und das Endigungsgebiet der, dem *Vagus* entstammenden depressorischen Fasern. Diesbezüglich wurde in den vergangenen Jahrzehnten sehr viel darüber diskutiert, ob die, im *Vagus* verlaufenden depressorischen Fasern in die Herzwand treten, oder ob sie insgesamt auf dem Aortenbogen enden. Die Mehrheit der Autoren vertrat diese Meinung, dass sämtliche Aorticusfasern, in der Wand des Aortabogens enden, es mangelte aber auch an solcher Meinung nicht, laut der ein Teil der Fasern sich bis ins Herz verbreitet. Diese Endsensoryschen Typs liefert einen Beweis für die Richtigkeit letzterer Auffassung sofern, die breiten plattigen Fasernendigungen entschieden den Charakter eines Depressoren haben.

Von Seiten der experimentalen Physiologie sprach zum erstenmal SCHAEFFER (48) die Vermutung aus, dass es in der Herzwand Barorezeptoren

geben sollte. Unsere Befunde bestärken entschieden die *Schaefer'schen* experimentalen Resultate, indem sie unstreitbar machen, dass es auch in der Herz- wand Pressorezeptoren, d. h. Propriozeptoren gibt, die in dem Herzen eine interorezeptionäre Funktion verrichten.

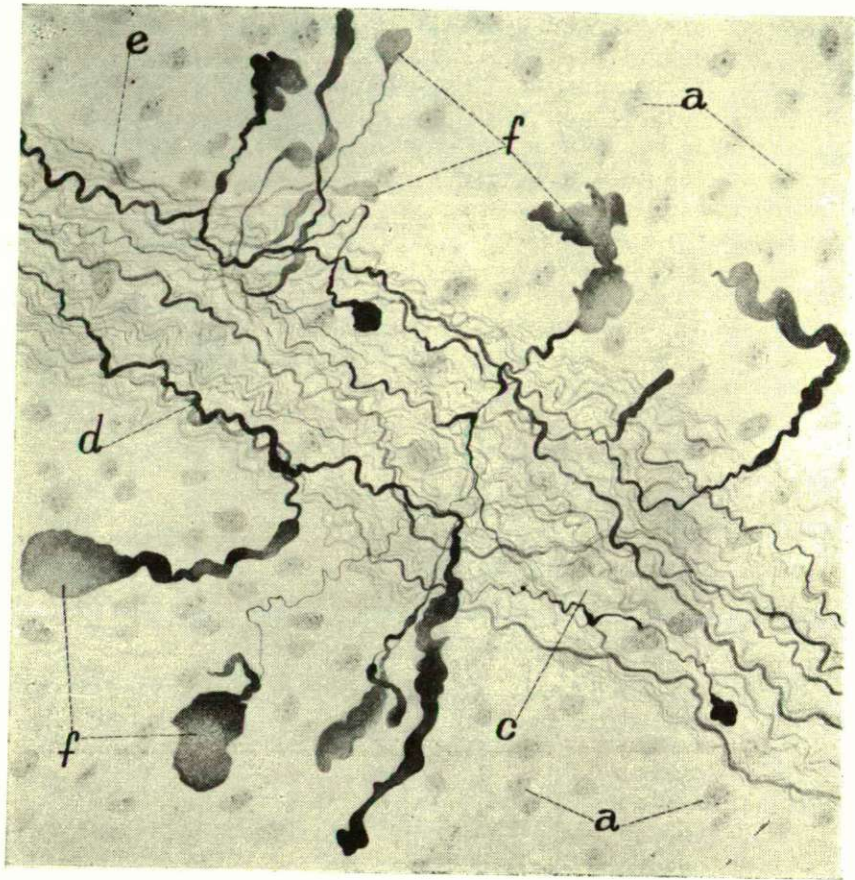


Abb. 3.: *Sus scrofa domestica*: Sinusknoten, sensible Nervenendlamellen. a Bindegewebskern; b Kernkörperchen; c Nervenstamm; d dicke Faser; e dünne Faser; f Nervenendlamelle; *Bielschowsky-Abrahám'sches* Verfahren. Vergr.: 600 x. Photographisch auf 1/2 verkleinert.

Die sensorische Endigung anderer Art fanden wir im Bindegewebe des Epikards, in der Nachbarschaft des Sinusknotens. Sie wird ebenfalls aus, wahrscheinlich dem Vagus entstammenden Fasern gebildet, die mehrmals verzweigen, ein dichtes, holzartiges Endigungssystem bilden, deren, sich sehr verdünnende Endfasern in feinen Endringen endigen.

An der Innervation des sinoatrialen Systems nimmt, dem des Schweines gleich, auch beim Pferd und dem Rind ebenfalls ein reiches Geflechssystem teil, das die, in drei Dimensionen verlaufenden Reizleitungsfasern lockerer

Anordnung reich durchsetzt. Der Verlauf der Fasern ist selbst bei den feinsten Zweigen vollkommen glatt, nicht varikös, man kann nur — beim Rind in den perizellulären Apparaten der um den Sinusknoten affindbaren Ganglien — feine variköse Fasern finden. Endungsformationen in der Form, wie sie beim Schwein sichtbar waren, haben wir hier, auf dem Gebiet des Sinoatrialsystems nicht gefunden. Die Endverbindung der Fasern wird wahrscheinlich von diesem, ausserordentlichen feinen, nahezu submikroskopischen Geflechtsystem gebildet, das besonders im Synoatrialsystem des Rindes sichtbar ist. Beim Rind und beim Pferd haben wir bis jetzt in der Sinusgegend keine sensorischen Endformationen aufgefunden.

Die Nervenverbindungen des *Aschoff-Tawara*'schen Knotens werden von, dem Sinusknoten sehr ähnlichen, gemischte Fasern enthaltenden riesigen Nervenstämmen versorgt. Man kann die Stämme in der Bindegewebssubstanz des *Processus tendineus aortae* in grosser Menge auffinden, und es ist anzunehmen, dass sie unmittelbar aus dem Aortengeflecht hierhergeraten. Neben den Nervenstämmen kann man in der nächsten Nähe des *Aschoff-Tawara*'schen Knotens, dem Sinusknoten ähnlich, stets kleinere grössere Gangliengruppen bei allen drei Tieren finden. Aus dem Atrioventrikularsystem beschrieben bis da TAWARA (1906) und FAHR (15) Ganglien beim Hammel, nach ihnen fand WILSON (1909) kleinere Ganglien dieser Art beim Kalb, Schaf und Schwein. Es wiesen COHN (1910) bei der Ziege, EVERSBUCH (1916) bei der Katze, SCAGLIA (47) beim Rind, und neuerdings LAWRENTYEW (1936) und HABAROWA (1953) beim Schaf Ganglien aus. In den hier auffindbaren Ganglien sind die Nervenzellen im allgemeinen grösser, als in dem Sinusknoten und sie haben auch mannigfaltigere Formen. Es gibt unter ihnen sehr viel multipolare Zellenformen, dabei ist auch die Anzahl der bipolaren Neurone sehr bedeutend. In diesen Ganglien gibt es, besonders beim Schwein sehr viele speziell geformte Nervenzellen. Unter diesen kommen die Formen häufig vor, deren verhältnismässig kurze Fortsätze sich scheibenartig abrunden, und die nur einen Fortsatz mit regelmässiger Form haben, der unweit der Zelle in den Nervenstamm tritt, wo er auf langer Strecke verfolgbar ist. Beim Schwein und dem Rind können auf den Nervenzellen der Ganglien, Synapsen in der Form von Endringen und dichten Endkolben vorhanden sein. Ausserdem treten die Nervenzellen auch miteinander in Verbindung, so, dass die Endzweige der Fortsetzungen miteinander in parallelen Kontakt treten.

Was die Innervation des Knotens selbst anbelangt, treten beim Schwein die, aus dem beträchtlichen Nervenstämmen tretenden gemischte Fasern in die Bindegewebssubstanz des Knotens und bringen hier, auf den Reizleitungsfasern ein oberflächliches, lockergeordnetes Geflechtsystem zustande (Tafel III., Abb. 2). In dem Geflecht verzweigen die dickeren Zweige mehrfach nacheinander, und verästeln sich dann gemeinsam mit den dünneren Fasern graduell auf den Reizleitungsfasern. Auf den dicken Fasern sind starke, ovale Varixen sichtbar, die den Verlauf der dünneren Fasern beeinträchtigen. Die Zweige werden immer dünner, vermischen sich mit den dünneren Fasern. Die dünnen Zweige schliessen sich eng an die *Sarkolemma* der Reizleitungsfasern, begleiten die Reizleitungsfasern und manche von ihnen endigen frei in der Form von Endkugeln oder Endringen. Die Endigungen sind aber im

allgemeinen viel seltener, als in dem Sinusknoten, die Innervation des Grundgewebes wird eher von dem sehr feinen Geflechtsystem gesichert.

Der, den Knoten umgrenzende Teil des Bindegewebes, der an das *Septum membranaceum cordis* grenzt, ist auch mit sensiblen Nerven reichlich versehen. Diese Fasern sind auffallend dick, markhaltig und nachdem sie ihre Markscheide verloren, verzweigen sie reichlich auf einem grossen Gebiet des Bindegewebes. Die dickeren Zweige sind derb, die dünneren Terminalzweige sind fein, schnurartig varikös. Ihre Endigungen gruppieren sich in der Form von grösseren Endkugeln neben den Blutgefässen und auf den Bindegewebszellen.

Das, sich in dem *Aschoff-Tawara'schen* Knoten des Pferdes und des Rindes ausbreitende Geflechtsystem enthält, denen des Schweines ähnlich, ebenfalls gemischte Fasern, und die aus ihm tretenden Zweige umflechten vollständig die Reizleitungsfasern. Bei dem Pferd sind die Zweige dieser Endfasern fein varikös, stellenweise lassen sich ihre Verzweigungen in der Plasma beobachten, und da werden an den Fasernenden feine, blasenartige Endigungen sichtbar. Die Endigungen sind aber im allgemeinen ziemlich selten.

Die Innervation des *Aschoff-Tawara'schen* Knotens des Rindes weist ganz spezielle, von denen der erstgenannten Tiere abweichende Innervationsverhältnisse auf, indem hier die gemischten Fasern des lockeren, oberflächlichen Geflechtsystems in ein sehr feines Endgeflechtsystem übergehen, das wir unbedingt als Endformation zu betrachten haben, denn ausser diesem befanden wir beim Rind bis da keine efferente Endigungsform. Diese Nervenbilder wurden unsererseits mit ganz besonderer Sorgfalt untersucht, denn sie sehen denen die SETO (49), AKKERINGA (2) und MEYLING (33) als Retikulum bezeichnet mitteilten, sehr ähnlich. Diese Endformation ist sowohl beim Schwein, als auch beim Rind im Atrioventrikularknoten, gleichwie im später zur Besprechung kommenden His'schen Bündel vorzüglich sichtbar. Es treten besonders mit Ölimmersion eine derartige Anzahl und ein derartiges Geflecht der Fasern zutage, die wir auf anderen Gebieten kaum ersehen können. Diese Fasern sind aber einzeln und auch in ihrer Gesamtheit stets selbständig, bilden daher einen Plexus und kein Retikulum. Nur ein, von dicken, oder schlecht imprägnierten Präparaten gewonnenes Bild kann den Anschein eines Retikulums abgeben. Nach guter Fixation, bei tadelloser Imprägnation geriet kein einziges Bild vor unsere Augen, wo die stark und dicht varikösen Endfasern durch Anastomose ein Retikulum gebildet hätten. Jedes Nervenbild, das von diesem Gebiet in der Form von einem Retikulum gedruckt wurde, ist ein aus Versehen stammendes, unrichtiges und trügerisches Bild, das auf der falschen und fehlerhaften Deutung der tatsächlichen Verhältnisse beruht (SETO (49) und MEYLING (33)). Für die Stichhaltigkeit dieser Behauptung sprechen die Präparate und die folgende, mit Ölimmersion verfertigte Zeichnung (Abb. 4).

Schliesslich müssen wir uns mit der Frage der Innervation des Atrioventrikulärbündels beschäftigen, dessen *Crus commune*-Teil im Vergleich mit allen übrigen Teilen des Reizleitungssystems das am reichste innervierte Gebiet des Herzens ist. Bei Betrachtung eines solchen mikroskopischen Bildes kann man nur Wohlgefallen an diesen wunderbaren Nervenbildern finden, die über alles klarer demonstrieren den ausserordentlich engen Zusammen-

hang des Nervensystems mit dem Reizleitungssystem. Bei der Betrachtung eines derartigen Nervenbildes erhebt sich unwillkürlich die Frage, wozu da die Myogentheorie vonnöten ist. Es gelang auf den Präparaten, besonders beim Schwein und dem Rind eine solche unaussagbar grosse Menge der Nervenfasern zu imprägnieren, dass stellenweise beinahe das ganze System aus lauter

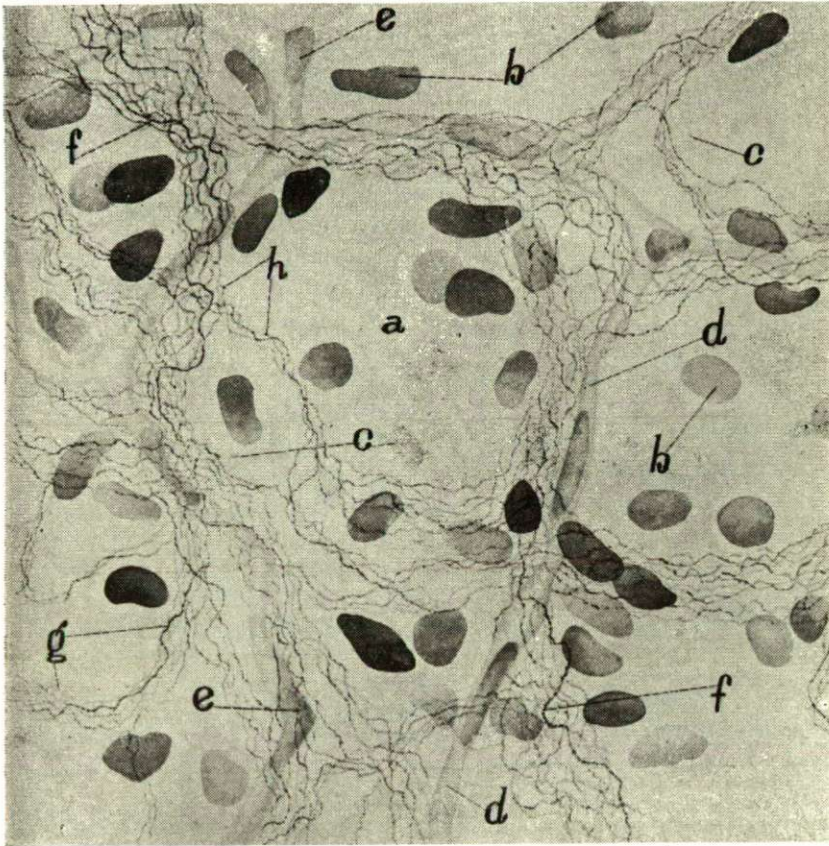


Abb. 4.: *Bos taurus*: Herz. Innervation des Aschoff—Tawara'schen Knotens. a reizleitende Faser; b Kern der reizleitenden Faser; c Querstreifung; d Capillargefäss; e Endothelzellkern; f Nervenplexus; g Nervenfasern; h Varix. Bielschowsky—Abraham'sches Verfahren. Vergr.: 1350 x. Photographisch auf 1/2 verkleinert.

Nervenfasern zu bestehen scheint. Diese Bilder entstehen dadurch, dass das Geflechsystem des Aschoff—Tawara'schen Knotens sich auch den *Crus commune*-Teil des His'schen Bündels ausbreitet, doch schliessen sich dieser Fasernmenge auch Nervenfasernmengen, aus dem, das His'sche Bündel umgebenden reichem endokardialen Geflecht an. Bei dem Schwein dringt dieses, aus gemischten Fasern bestehende Geflechsystem in die Bindegewebssubstanz des His'schen Bündels und breitet sich auf die Purkinje'schen Fasern des His'schen Bündels

aus. Es durchsetzt sie vollständig und versieht sie mit einem reichen, oberflächlichen Geflechsystem (Tafel III., Abb. 3). In dem oberflächlichen Geflecht verzweigen die Fasern, verdünnen sich und bilden ein zweites Geflechsystem, wo die dickeren Fasern stark, die dünneren Fasern fein varikös sind. Der Verlauf der dickeren Fasern ist stark gewellt und die Fibrillen treten scharf hervor (Abb. 5). Das Geflecht breitet sich auch auf die Zweige des

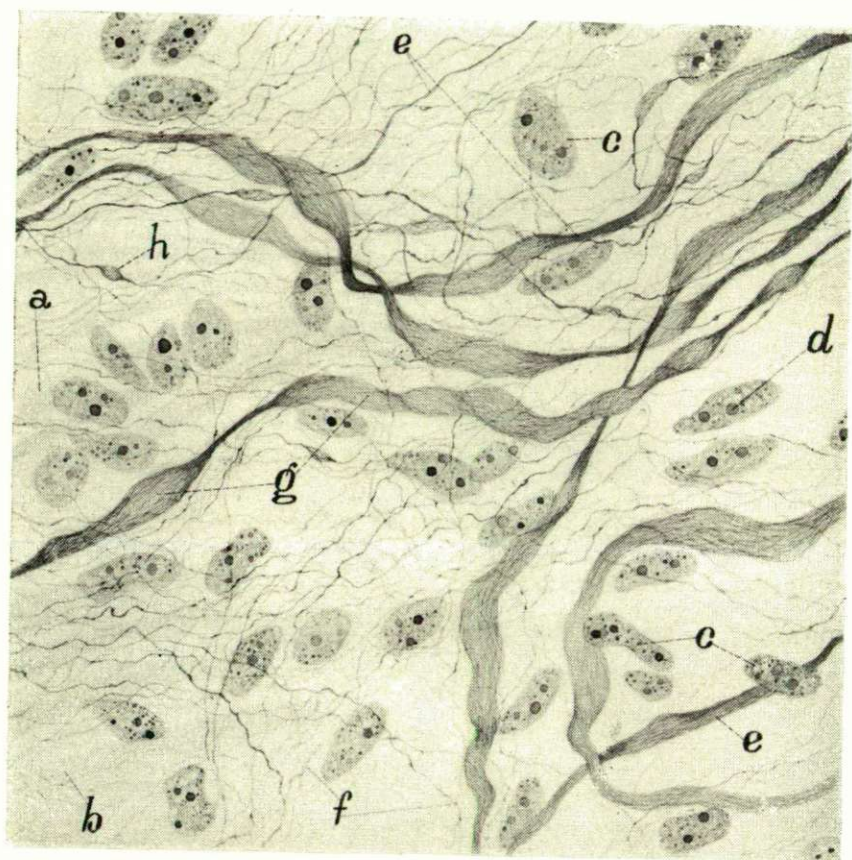


Abb. 5.: *Sus scrofa domestica*: Innervation des His'schen Bündels. a reizleitende Fasern; b Querstreifung; c bindegewebige Kerne; d bindegewebiges Kernkörperchen; e dicke Faser; f dünne Faser; g Neurofibrille; h Varix. Biel-schowsky-Abraham'sches Verfahren. Vergr.: 1350 x. Photographisch auf 1/2 verkleinert.

His'schen Bündels aus und innerviert gleichsam den links und rechts gerichteten Zweig des His'schen Bündels. In dem Geflecht stellen die efferenten Fasern stellenweise Endigungen dar (Tafel III., Abb. 4). Man kann Endigungen in dem *Crus commune*-Teil in grosser Anzahl beobachten. Die efferenten Endigungen sind teils in der Form von Endringen, teils als Endkeulen, unter den Geflechtfasern epilemmal oder in der Plasma der *Purkinje*'schen Fasern

sichtbar. Es gibt hier auch kein Retikulum. Die allgemeine Innervation des His'schen Bündels betreffend müssen wir bemerken, dass die Nervenverbindung des *Crus commune*-Teils weitaus reicher bezeichnenbar ist, als die der Äste. Beim Schwein ist die Abweichung wegen des einheitlichen Nervenbildes nicht so augenscheinlich. Umso scharfer zeigt sich der Unterschied beim Pferd und dem Rind, wo in den zwei Teilen sich auch strukturelle Abweichungen ergeben (Tafel IV., Abb. 1, 2). Wir fanden afferente Endigungen verstreut in dem Atrioventrikulärbündel, im oberflächlichen Geflechssystem, oder in dem, neben dem His'schen Bündel befindlichen Bindegewebe. Diese sensorischen Endsysteme zeigen sich in mehreren Erscheinungsformen. Um das gemeinsame Bündel gibt es Gebite, wo Endringen-, Endkeulen-, und andererlei mehr- oder minder regelmässigen Endformationentypen sichtbar sind, die das Verbindungsendsystem von teils sehr dünnen, teils dicken, variköser Fasern zeigen (Abb. 6). Es gibt neben diesen, wenn auch in kleinerer Anzahl

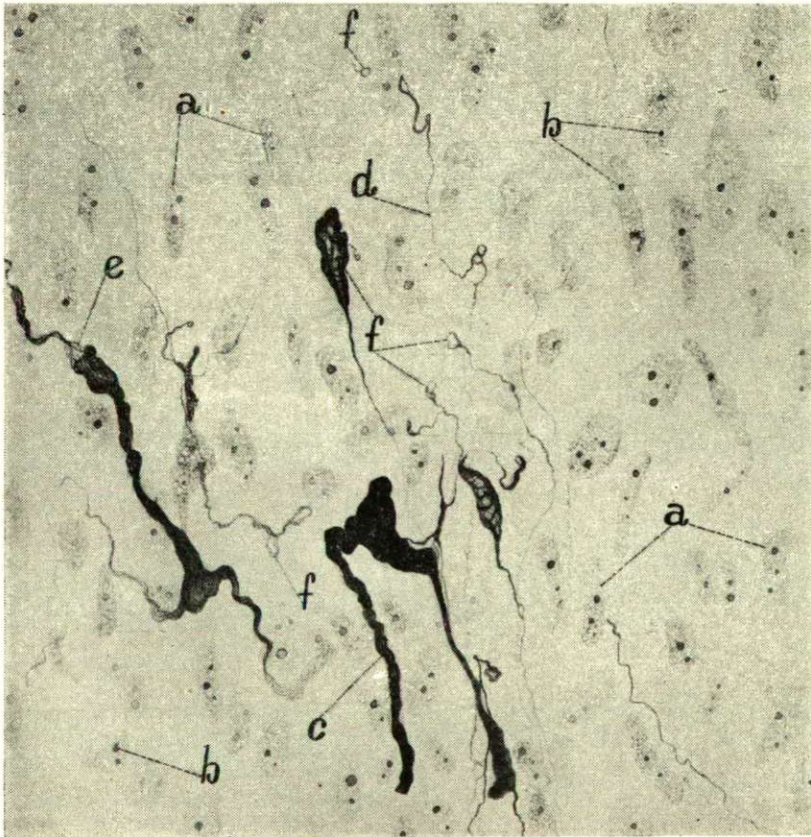


Abb. 6.: *Sus scrofa domestica*: Innervation His'sches Bündels. a bindegewebiger Kern; b Kernkörperchen; c dicke Faser; d dünne Faser; e Neurofibrille; f Nervenendigung Bielschowsky-Abraham'sches Verfahren. Vergr.: 900 x Photographisch auf 1/2 verkleinert.

auch solche, die sich in einem, aus ausgesprochen dicken Fasern bestehenden Fasernsystem zeigen und in einem auffallend grossen Endkeulen endigen. Die derartigen Endigungen sensorischen Typs stehen im allgemeinen den, den Verlauf des His'schen Bündels begleitenden reichen Nervenfasersystemen nahe, und müssen als solche, dem sensorischen System des Bündels angehören (Abb. 7).

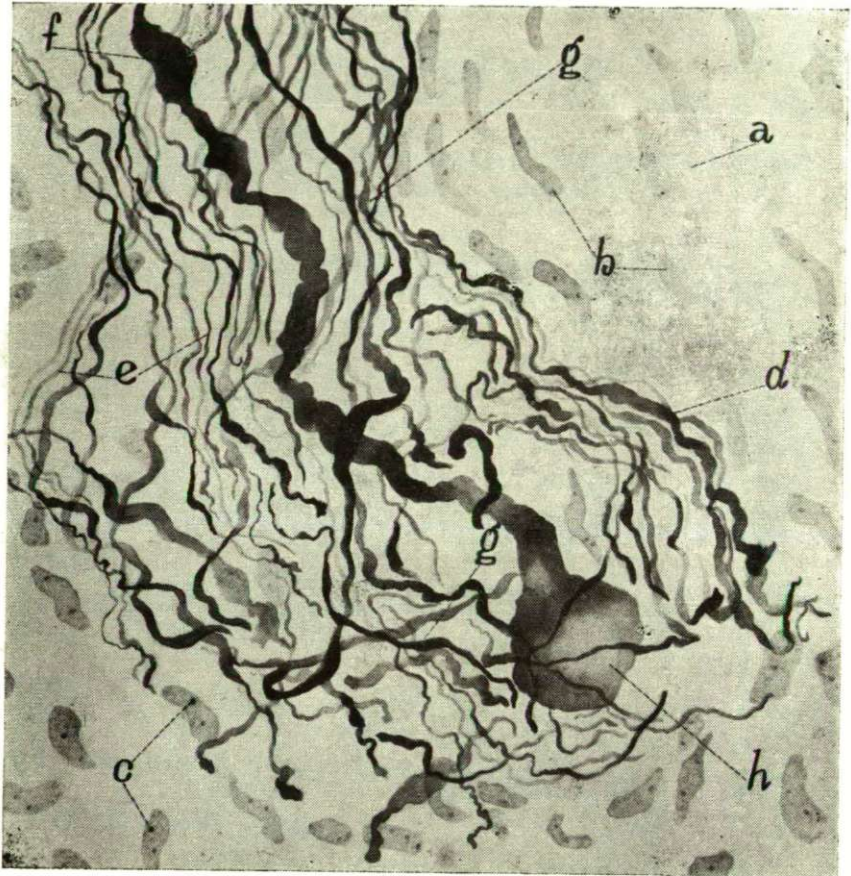


Abb. 7.: *Sus scrofa domestica*: His'sches Bündel, sensible Nervendkeule. a Bindegewebsbündel; b Bindegewebskern; c bindegewebiges Kernkörperchen; d dicke Faser; e dünne Faser; f Varix; g Nervenengeflecht; h sensible Endkeule. Bielschowsky-Abraham'sches Verfahren. Vergr.: 900 x. Photographisch auf 1/2 verkleinert.

Der *Crus commune*-Teil des Atrioventrikularbündels des Pferdes, der von den Kernprozessen charakterisiert wird, ist vom Gesichtspunkt der Neurohistologie aus ebenfalls interessant. Darin kann man nämlich in grösserer Menge und dabei in vollständig überzeugender Form solchartige Endformationen finden, die sich in der Plasma der Reizleitungsfasern befinden. Dies

will natürlich nicht besagen, als ob es sich hier um ein Charakteristikum handeln würde, sondern, dass entweder das Material der Imprägnation besser entsprach, oder dass, das hier verfolgte Verfahren wegen einer kleineren Abweichung geeigneter war die Endigungen zum Vorschein zu bringen. Diese Endigungen werden von den Fasern des oberflächlichen Geflechtes des His'schen Bündels gebildet, die, nachdem sie sich auf die *Sarkolemma* der *Purkinje*'schen Fasern verlaufen, stark varikös werden, in die *Sarkoplasma* eindringen und nach mehrmaligen Verzweigungen Endsysteme sehr abwechslungsreicher Form bilden, oft ganz in der Nähe des Kernes (*Tafel IV.*, *Abb. 3*). In dem rechten und linken Schenkel haben wir bis jetzt noch desgleichen nicht wahrgenommen. In den Schenkeln werden die grossen, blasigen *Purkinje*'schen Fasern von feinen, mit Varixen reich beladenen Nervendfasern spiralförmig umgeben. Diese Bilder erinnern an die, welche von ENGEL und MORISON beschrieben wurden aus dem linken Schenkel des Atrioventrikulärbündels des Menschen, mit dem Unterschied, dass es Geflechtsysteme und kein Retikulum sind. Längs des His'schen Bündels, im sich um das Bündel ausbreitenden Geflechtsystem lassen sich immer kleinere Ganglien finden, im Bündelgeflecht sind hingegen stellenweise verstreute Nervenzellen auffindbar (*Tafel IV.*, *Abb. 4*). Die Nervenzellen sind im allgemeinen multipolar, und weisen, mit den, um den *Aschoff-Tawara*'schen Knoten auffindbaren Nervenzellen des Schweines übereinstimmend, auch hier sehr abwechslungsreiche Formen auf.

Zusammenfassung

Als Ergebnis der am Schweine-Rind- und Pferdeherzen vorgenommenen, die Anatomie, Histologie und die Innervation des Reizleitungssystems betreffenden Untersuchungen wurde folgendes festgesetzt.

1. Der Sinusknoten ist beim Pferd und dem Schwein halbmondförmig, und sieht beim Rind einem unregelmässigen »V« ähnlich. Er befindet sich bei allen dreien der untersuchten Tiere in dem Treffwinkel der *Vena cava superior* und der *Auricula dextra*. Die Blutversorgung des Sinusknotens wird in allen drei Fällen durch den *Nodus arteria* gesichert, der beim Schwein und dem Pferd der *Arteria coronaria cordis dextra*, beim Rind oft der *Arteria coronaria cordis sinistra* entspringt.

2. Der *Aschoff-Tawara*'sche Knoten ist bei allen drei Tieren einheitlich von länglicher, ovaler Form. Er befindet sich auf dem untersten Teil des rechten Vorhofs, vor der Einmündung des *Sinus coronarius cordis*. Seine Blutgefässversorgung wird beim Schwein und beim Pferd eher durch die *Arteria coronaria cordis dextra*, beim Rind gemeinsam durch die *Arteria coronaria cordis dextra et sinistra* gesichert.

3. Das gemeinsame Bündel des His'schen Bündels nimmt eine mediale Stelle im untersten Teil des rechten Vorhofes ein. Seine Breite stimmt beim Schwein mit der des *Aschoff-Tawara*'schen Knotens überein, beim Rind und dem Pferd ist er aber stets schmaler. Die aus ihm heraustretenden Zweige umfassen bei allen drei Tieren das *Septum ventriculorum*. Der Verlauf der Zweige stimmt im grossen und ganzen überein. Unterschiede zeigen sich nur

in der Endverzweigung, da der linke Zweig beim Pferd und dem Rind eine reichere Endverzweigung zeigt, beim Schwein sind die Verhältnisse bedeutend einfacher.

4. Die histologische Struktur des Sinusknotens betreffend steht fest, dass sie beim Schwein dicht ist, die Bindegewebssubstanz ärmlich ist. Die Mehrzahl der Reizleitungsfasern ist dick, die Fibrillierung schwach, unter den Fasern gibt es sehr viel zweikernige Formen. Beim Rind ist der Knoten von einer lockereren Struktur, unter den Reizleitungsfasern gibt es viel mehr dünne Fasern, die Bindegewebssubstanz ist reich. Die Reizleitungsfasern sind einkernig. Der Sinusknoten des Pferdes ist ebenfalls von lockerer Struktur, die Absonderung von dicken und dünnen Fasern ist hier am augenscheinlichsten. Die Fibrillierung ist gut sichtbar. Die Querstreifung ist besonders an den dünnen Fasern sehr scharf. Alle Fasern sind einkernig.

5. Was die histologische Struktur des *Aschoff—Tawara'schen* Knotens anbelangt, ist es feststellbar, dass sie am dichtesten beim Schwein ist, wo das Bindegewebe verhältnismässig gering ist. Ein Teil der Fasern ist dicker, der andere dünner, was sich auch auf die, in ihnen gut ausnehmbaren Myofibrillen bezieht. Die Querstreifung ist dicht, aber nicht scharf. In den Reizleitungsfasern sind doppelte Kerne häufig. Beim Rind ist der *Aschoff—Tawara'sche* Knoten etwas lockerer, unter den Reizleitungsfasern kommen dünne Fasern in grösserer Zahl vor. Die Längsfibrillierung tritt gut hervor, die Querstreifung ist scharf. Die Kerne sind winzig, doppelkernige Fasern kommen nur sehr selten vor. Beim Pferd ist der *Aschoff—Tawara'schen* Knoten von sehr lockerer Struktur, es gibt verhältnismässig viel dicke Fasern, die Fibrillen treten stark in Augenschein, die Querstreifung ist scharf, die Fasern haben nur einen Kern. Neben den Kernen sind in der Protoplasma, sich gut färbende, halbmondförmige, oder runde Schollen sichtbar.

6. Die Struktur des *His'schen* Bündels ist beim Schwein ganz locker, das System besteht grösstenteils aus dicken Reizleitungsfasern. Die Fibrillen sind nicht auffallend, die Querstreifung ist schwach, unter den Fasern gibt es viele doppelkernige Formen. Beim Rind ist die Struktur des *His'schen* Bündels dicht, die *Purkinje'schen* Zellen sind ausserordentlich dick. Die Fasern gleichen sich im grossen und ganzen. Die Fibrillen lassen sich gut sehen, ein Teil unter ihnen ist dick und verläuft der Länge nach, der andere Teil ist dünn und verläuft sich in die Quere. Die Querstreifung lässt sich auch auf den dickeren Fibrillen gut erkennen. Der Kern der Reizleitungsfasern ist doppelt, aber auch mehrkernige Fasern sind häufig genug. Es gibt auch Fasern mit drei-, vier-, fünf-, sechs- und sieben Kernen. Die sich in einer Linie anreihenden, oder in Knoten gruppierten Kerne werden von einem grossen, hellen Ring umgeben. Die Vielkernigkeit ist nur fürs *His'sche* Bündel und nur beim Rind bezeichnend. Beim Pferd kann das *His'sche* Bündel seiner Struktur betreffend als locker gelten. Die Reizleitungsfasern sind dick, dünne Fasern kommen nur hie und da vor. Die Fibrillen sind gut sichtbar und verlaufen sich, wie beim Rind, so auch hier in zwei Richtungen und kreuzen sich oft. Die Querstreifung ist in beiden Richtungen scharf. Die Reizleitungsfasern sind einkernig, eine doppelkernige Form kommt nur selten vor. Besonders bezeichnend für die Reizleitungsfasern ist der Kernprozess, der darin besteht, dass

beinahe in jeder Zelle aus dem Zellkern Chromatinschollen in die Protoplasma wandern, wo sie graduell verschwinden. Sehr häufig sind auch die Kerne die im Verfall begriffen sind und auch, die eine Semisubstanz haben.

7. Auf Grunde der Färbung nach Best kann man im Reizleitungssystem überall einen grösseren Glykogenegehalt ausweisen, als der der gewöhnlichen Muskulatur.

8. Die Nervenversorgung des Sinusknotens ist beim Schwein ausserordentlich reich. In dem benachbarten Bindegewebe sind die Rezeptoren und um die Reizleitungsfasern die Pressorezeptoren häufig. Die Nervenfasern endigen auf den Reizleitungsfasern hypolemmal in Endköpfchen. Rund um den Sinusknoten gibt es viele Ganglien. Der Sinusknoten ist beim Rind ebenfalls ausserordentlich reich an Nerven, zur Innervation des Reizleitungssystems dient ein sehr feines Endgeflechssystem. Um die Knoten sind auch hier proportionell viele Ganglien. Beim Pferd gleichen Verhältnisse denen des Rindes, in den benachbarten dicken Nervenstämmen kommen verstreute Nervenzellgruppen oft vor.

9. Die Innervation des *Aschoff—Tawara'schen* Knotens ist besonders beim Schwein und dem Rind aussergewöhnlich reich. Längs des Knotens verlaufen sich sehr dicke Nervenstämmen, in denen es verhältnismässig viele Dickfasern gibt und sie sind von Nervenzellen umgeben. Die aus den Stämmen verzweigenden kleineren und grösseren Zweige durchweben vollständig die Reizleitungsfasern. Dies letztere bezieht sich ganz besonders auf das Rind, wo die Anzahl der Nervenfasern so gross ist, dass man von hier an die Reizleitungsfasern kaum sehen kann. Wir halten das feine Endgeflecht für das Reizübertragungsorgan, eine Nervenendigung lässt sich nur mitunter sehen. Beim Pferd ist das die Reizleitungsfasern umgebende Nervenfasernsystem ärmer, Endigungen sind hier auch in kleinerer Zahl feststellbar.

10. Das gemeinsame Bündel des *His'schen* Bündels ist beim Schwein der, am reichsten innervierte Teil des Reizleitungssystems. Um das System sind die Rezeptoren und die Ganglien häufig. Die Zellen der letzteren weisen ganz eigenartige Formen auf. Die Reizleitungsfasern werden von den Nervenfasern ganz umflochten, die ganz feinen Fasern endigen in Endringen. Beim Rind sind die Verhältnisse denen ähnlich, die wir beim Schwein gefunden haben. Zur Innervation der Reizleitungsfasern dient auch beim Pferd ein reiches Endgeflechssystem, dessen vereinzelte Endfasern in die Plasma der Reizleitungsfasern treten, hier verzweigen und frei, manchmal ganz in der Nähe des Kernes endigen.

11. Die Innervation des Reizleitungssystems ist auf das ganze System bezogen, besonders reich. Die Nervenfülle zeigt sein Höchstmass im Atrioventrikulärsystem, wo an manchen Gebieten die Nervenfasern das Reizleitungssystem sozusagen vollständig verdecken.

12. Das Endorgan des, auf das Gebiet des Reizleitungssystems fallenden efferenten Nervensystems ist das Endgeflecht, dessen einzelne Fasern stellenweise ausweisbar in den Reizleitungszellen in Endringen, oder Endkugeln endigen. Ein Retikulum kommt auf dem Gebiet des das Reizleitungssystem versehenden Nervensystems niemals vor.

Tafelerklärung

Tafel I.

- Abb. 1.: *Sus scrofa domestica*: Sinusknoten und ein Teil der »Nodus arteria.« Hae-matein-Eosinfärbung. Mikrophotographie. Vergrößerung 100 x.
- Abb. 2.: *Equus caballus*: Sinusknoten. Eisenhaematoxylinfärbung nach Heidenhain. Mikrophotographie. Vergrößerung 150 x.
- Abb. 3.: *Sus scrofa domestica*: Aschoff-Tawara'scher Knoten. Heidenhain'sche Eisenhaematoxylinfärbung. Mikrophotographie. Vergrößerung 400 x.
- Abb. 4.: *Equus caballus*: Aschoff-Tawara'scher Knoten. Bestsche Färbung Mikrophotographie. Vergrößerung 120 x.

Tafel II.

- Abb. 1.: *Bos taurus*: Der *Crus commune* Teil des His'schen Bündels. Heidenhain'sche Eisenhaematoxylinfärbung. Mikrophotographie. Vergrößerung 120 x.
- Abb. 2.: *Equus caballus*: Der linke Zweig des His'schen Bündels. Silberimprägnation nach Bielschowsky-Abrahám. Mikrophotographie. Vergrößerung 150 x.
- Abb. 3.: *Bos taurus*: Der linke Zweig des His'schen Bündels. Heidenhain'sche Eisenhaematoxylinfärbung. Mikrophotographie. Vergrößerung 80 x.
- Abb. 4.: *Equus caballus*: Purkinje'sche Zelle aus dem linken Zweig des His'schen Bündels. Heidenhain'sche Eisenhaematoxylinfärbung. Mikrophotographie. Vergrößerung 600 x.

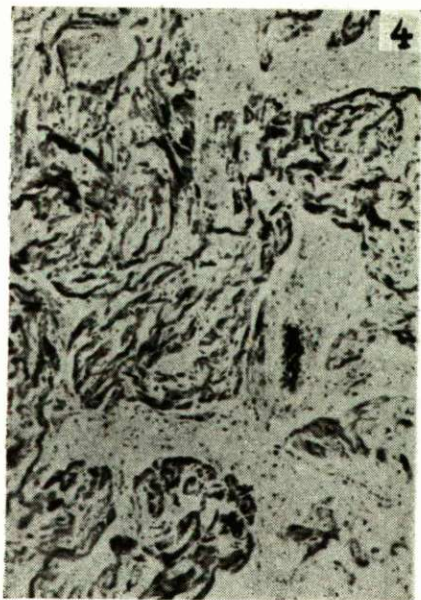
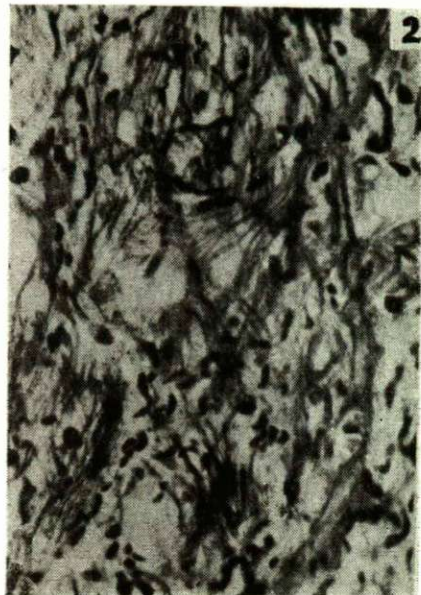
Tafel III.

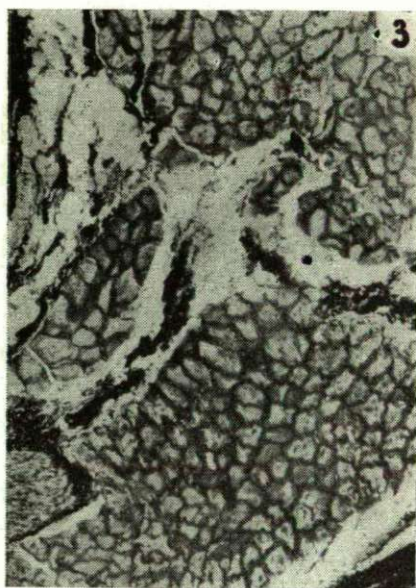
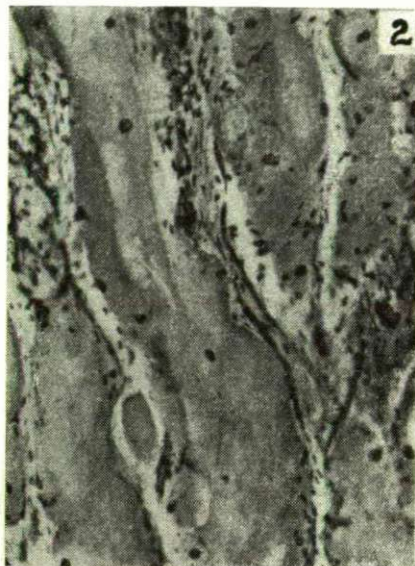
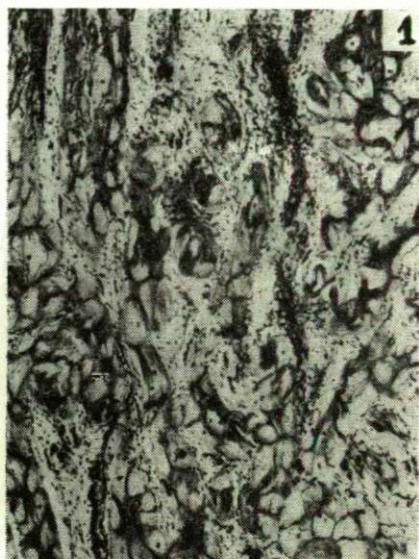
- Abb. 1.: *Bos taurus*: Purkinje'sche Zellen aus dem *Crus commune* Teil des His'schen Bündels. Heidenhain'sche Eisenhaematoxylinfärbung. Mikrophotographie. Vergrößerung 600 x.
- Abb. 2.: *Sus scrofa domestica*: Oberflächliches Nervengeflecht aus dem Aschoff-Tawara'schen Knoten. Silberimprägnation nach Bielschowsky-Abrahám. Mikrophotographie. Vergr. 100 x.
- Abb. 3.: *Sus scrofa domestica*: Das Nervengeflecht des His'schen Bündels. Silberimprägnation nach Bielschowsky-Abrahám. Mikrophotographie. Vergr. 150 x.
- Abb. 4.: *Sus scrofa domestica*: Nervenendigung aus dem His'schen Bündel. Silberimprägnation nach Bielschowsky-Abrahám. Mikrophotographie. Vergr. 450 x.

Tafel IV.

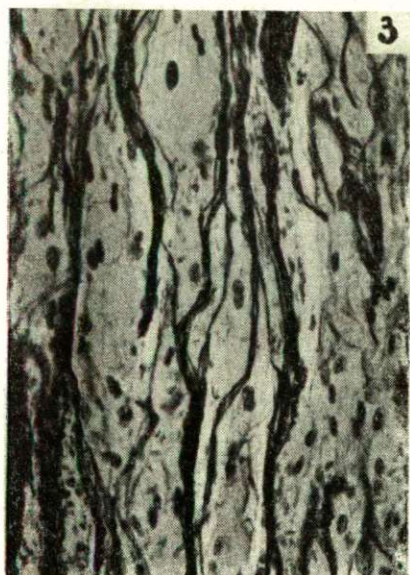
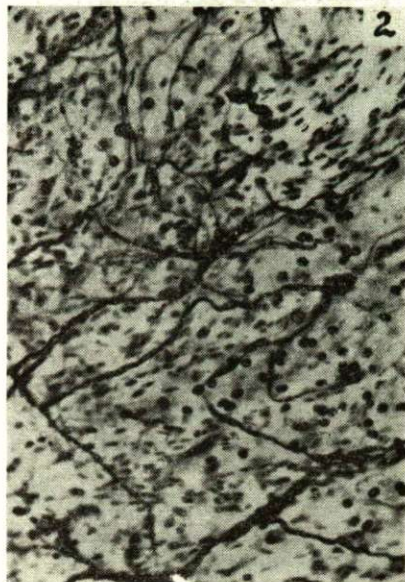
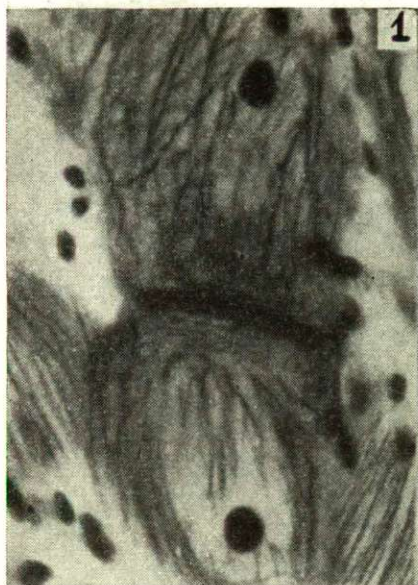
- Abb. 1.: *Bos taurus*: Nervengeflecht aus dem *Crus commune* Teil des His'schen Bündels. Silberimprägnation nach Bielschowsky-Abrahám. Mikrophotographie. Vergr. 100 x.
- Abb. 2.: *Bos taurus*: Nervenfasern aus dem rechten Zweig des His'schen Bündels. Silberimprägnation nach Bielschowsky-Abrahám. Mikrophotographie. Vergr. 120 x.
- Abb. 3.: *Equus caballus*: Oberflächliches Nervengeflecht aus dem His'schen Bündel. Silberimprägnation nach Bielschowsky-Abrahám. Mikrophotographie. Vergr. 280 x.
- Abb. 4.: *Sus scrofa domestica*: Ganglion aus dem Nervengeflecht des His'schen Bündels. Silberimprägnation nach Bielschowsky-Abrahám. Mikrophotographie. Vergr. 150 x.

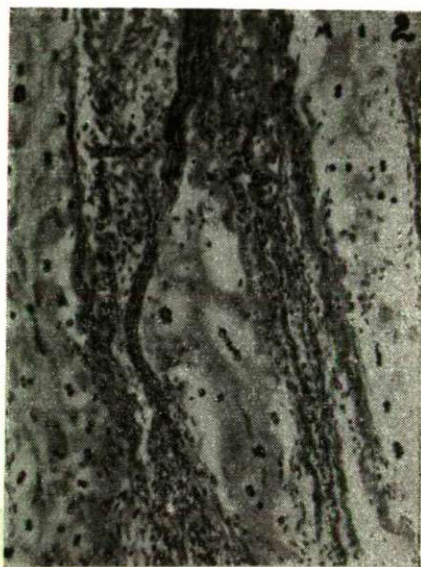
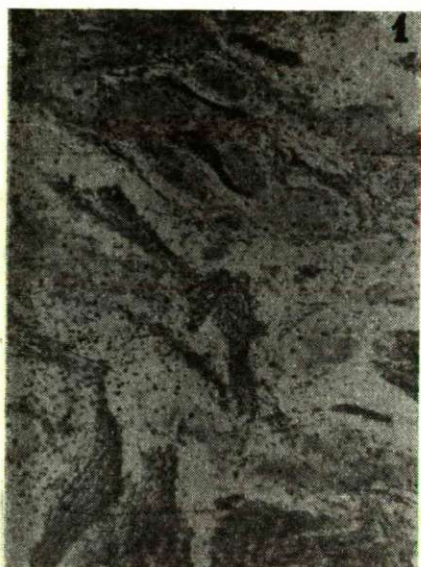
Tafel I.



Tafel II.

Tafel III.



Tafel IV.

Schrifttum

- (1) Agduhr, E.: Upsala Läk Fören Förh. 39, 65—89 (1933).
- (2) Akkeringa, L. J.: Acta neerl. Morph. 6, 289—299. (1949).
- (3) Ábrahám, A.: Magyar Tudományos Akadémia Matematikai és Természettudományi Ertesítője. 56, (1937).
- (4) Ábrahám, A.: Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikr. Anat. 31, 146—155 (1940).
- (5) Ábrahám, A.: Acta Biologica 2, 111—135 (1956).
- (6) Benninghoff, A.: Verh.-anat. Ges. 32. Versig Heidelberg. 185 (1923).
- (7) Benninghoff, A.: Handbuch der mikroskop'schen Anatomie des Menschen. Berlin.. Bd. VI. (1930).
- (8) Boeke, J.: Proc. Acad. Amsterdam. 28, 1 (1926).
- (9) Bruni, C.: Monit. zool. ital. 35, 1—13 (1924).
- (10) Bullard, und H. Hays: Amer. J. Anat. 19, 1 (1921).
- (11) Davies, F. and Francis, E. T. B.: Biol. Rev. 21, 173—188 (1946).
- (12) Davies, F. and Francis, E. T. B.: J. Anat. (London). 86, 302—309 (1952).
- (13) Engel: Beiträge zur pathologischen Anat. u. zur allgemeinen Pathologie. 48, 499 (1910).
- (14) Eversbuch, G.: Dtsch. Arch. klin. Med. 120, (1916).
- (15) Fahr, Th.: Zbl. Herzkrkh. 2, 195 (1910).
- (16) La Franca: Arch. internat. Physiol. 17, 266—270 (1922).
- (17) Gaskell: J. of Physiol. 4, 43 (1883).
- (18) Géraudel, E.: Arch. Mal. Coeur. 21, 148—151 (1928).
- (19) Glomset, D. J., and Birge, R. F.: Amer. Heart J., 29, 526—538 (1945).
- (20) Glomset, D. J., and Glomset, A. T. A.: Amer Heart J., 20, 389—398 und 677—701 (1940).
- (21) Haas, G.: Anat. H. 43, 629 (1911).
- (22) Хабарова А. Н.: Вопросы морфологии рецепторов внутренних органов и сердечно-сосудистой системы. Академия Наук. С. С. С. Р. Москва—Ленинград. (1953).
- (23) His W. Jr.: Arb. a. d. med. Klin. Leipzig. 14—50. (1893).
- (24) Johnstone, P. N.: Anat. Rec. 26, 145—152 (1923).
- (25) Keith and Flack: J. of Anat. (London) 41, 172—189 (1907).
- (26) Kistin, A. D.: Amer. Heart J. 37, 849—867 (1949).
- (27) Koch, W.: Münch. med. Wschr. 56, 2362 (1909).
- (28) Koch, W.: Der funktionelle Bau des menschlichen Herzens. Berlin u. Wien. (1922).
- (29) Kuntz, A.: The autonomic nervous system, 4 th. Ed. Philadelphia: Lea and Fabiger (1953).
- (30) Lawrentjew und A. Gurwitsch-Lasowskaja: Zeitschr. f. mikr.-anat. Forsch. 24, (1930).
- (31) Meckenzie, J.: J. of Path. 14, 404 (1910).
- (32) Mall, E. P.: Amer. J. Anat. 13 (1912).
- (33) Meyling, H. A.: Acta neuroveg. Suppl. VI. 35, (1955).
- (34) Mönckeberg, J. G.: Untersuchungen über das Atrioventrikular-Bündel im menschlichen Herzen. Gustav Fischer. Jena (1908).
- (35) Mönckeberg, J. G.: Erg. Path. II. 19, 328. (1921).
- (36) Mönckeberg, J. G.: Handbuch der speziellen Pathologie, Anatomie und Histologie. 2, 290—555. (1924).
- (37) Mönckeberg, J. G.: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Bd. 1. H. I. 85—113. Julius Springer, Berlin (1926).
- (38) Morison: J. Anat. 46, 319—327 (1912).
- (39) Muir, A. R.: Quart. J. of Exper. Physiol. 40, 378—386 (1955).
- (40) Nonidez, J. F.: Amer. J. Anat. 61, 203—231 (1937).
- (41) Oppenheimer, B. G. und Adele.: J. of exper. Med. 16, (1912).
- (42) Pleckova, E. K.: Bjll. V. I. E. M. 5, (1936).
- (43) Purkinje, J. E.: Arch. Anat. Physiol. wiss. Med. 281—295. (1845).
- (44) Remak, R.: Wschr. ges. Heilka. 10, 149—154 (1839).
- (45) Renon et Géraudel.: C. r. Soc. Biol. Paris. 27, (1913).

- (46) Retzer, R.: Anat. Rec. 2, 149–155 (1908).
- (47) Scaglia, G.: Arch. ital. Anat. 24, 4. 658. (1927).
- (48) Schaefer, H.: Ergebnisse der Phys. 466, 71 (1950).
- (49) H. Seto.: Arb. anat. Inst. Sendai. 19, (1936).
- (50) Tandler, J.: Anatomie des Herzens. Jena. (1913).
- (51) Tawara, S.: Das Reizleitungssystem des Säugerierherzens. Jena. G. Fischer. (1906).
- (52) Wenckebach: Arch. f. Phys. (1906 u. 1907).
- (53) Wilson, J. G.: Proc. Roy. Soc. Lond. B. 81, 151–164 (1909).
- (54) Wolhynski, Th.: Z. Anat. Entw. Gesch. 86, 608–638 (1928).
- (55) Woollard, H. H.: J. Anat. (London.) 60, 345–373. (1926).
- (56) Zimmermann, A.: Matematikai és Természettudományi Értesítő. XI. kötet. (1923).

MITTEILUNG ÜBER DIE AUFARBEITUNG EINES NEUEREN ANTEILES DES UNGARISCHEN MADREPORARIEN-MATERIALS DER GEOLOGISCHEN ANSTALT

Von
G. KOLOSVÁRY

Systematisch-Zoologisches Institut der Universität Szeged

(Eingegangen am 17. September 1957)

Im Anfang des Jahres 1957 wurden mir 7 Kisten teils neuen heimischen, zum überwiegenden Teil aber alten ausländischen und siebenbürgischen bzw. oberungarischen Madreporarienmaterials aus dem vergangenen Jahrhundert zugestellt. Bezüglich der Untersuchung der neuen heimischen Madreporarien kann ich über folgende neue Ergebnisse berichten.

Palaeozoikum

Die oberen und unteren Perm-Schichten aus dem Bükk-Gebirge werden durch folgende Arten bewiesen: *Siphonophyllia sophiae* Heritsch überall, aber nicht in sämtlichen Facies. *Caninia kiaeri maior* Heritsch nicht häufig. *Waagenophyllum gerthi* Ozawa am Cakókő. *Waagenophyllum indicum kueichowense* Huang bei Nagyvisnyó, häufig. *Dibunophyllum mülleri* Heritsch am Cakókő. Gesammelt von Z. SCHRÉTER und K. BALOGH.

Trias

Das mittlere bzw. das obere Ladin des Bükk-Gebirges beweisende Arten: »*Montlivaltia*« *verae* Volz, *Stylophyllopsis pontebbanae* Volz, *Thecosmilia badiotica* Volz und *Margarastraea klipsteini* Frech. *Calamophylliopsis fenestrata* (Reuss) ist eine ins Norikum übergehende Art.

Andere heimische, aber das obere Trias andeutende Arten sind: *Thecosmilia clathrata* (Emmrich) am Remetehegy bei Budapest, *Thecosmilia defilippii* (Stoppani) im Bakony-Gebirge (Csengőhegy) und *Calamophylliopsis fenestrata* (Reuss) in der Budaer Bergen, die auch schon im Bükk-Gebirge vorkommt. Die vorherigen Arten sind für das Noricum charakteristisch. Gesammelt von K. BALOGH, F. LEGÁNYI, K. A. REMÉNYI und G. KOLOSVÁRY.

Jura

Stephanocaenia hoffmanni n. sp.

Unteres Lias, südöstlich von Komló (Mecsek-Gebirge) an der linken Seite des Fő-Tales, in dem von dem Fehér Wand herabziehenden Graben von K. HOFFMANN aus der Korallenbank des *Raricostatus*-Niveaus gesammelt.

Kelchdurchmesser 2 mm. Form pentagon mit einem zentralen knopfartigen Säulchen. Zahl der unregelmässig entwickelten Septen: 16. Cyklen 2 und 3, weil die Septen des dritten Cyklus reduziert und nicht immer entwickelt sind. Interseptocostale Septen sind ebenfalls vorhanden. Wand dick.

Die einzige bankbildende Korallenart im ungarischen Jura. Die Bankbildung war in der oberen Trias sehr ausgedehnt, ein Überrest davon ist auch die *Stephanocaenia* der unteren Lias. Im ungarischen Malm ist die Bankbildung schon unterbrochen.

Kreide

1. Gemeinde Lábatlan, Neocom. Hier zum Vorschein gekommene Arten sind: *Stylina parvistella* Volz, *Stylina pleionatha* d'Achiardi, *Thecosmilia trichotoma* Beck, (die auch bereits im Jura gelebt hat), *Isastraea helianthoides* Goldfuss (hat ebenfalls schon im Jura gelebt), *Dendrogyra mariscali* Felix, *Septastraeopsis gigouti* Alloiteau, *Meandrarea tulae* Felix, *Thamnasteria frondescens* Fromentel, *Thamnasteria tenochi* Felix, *Thamnasteria discrepans* Beck, *Thamnasteria tetrapartita* Kolosváry, *Thamnoseris arborescens* Felix und eine neue Art (gesammelt v. J. FÜLÖP): *Siderfungia* sp. n.

Septen alternierend. Gyrusbreite 2 mm. Kelchdurchmesser 2 und 3 mm. Zahl der Septen: 26. Keine Wand ausgebildet.

2. Gadány-Berg im Mecsek-Gebirge. Neokom.

Stylina parvistella Volz war in den Tuffen von Trachydolerit eingebettet (gesammelt von E. NOSZKY).

3. Bántapolcsány (Bükk-Gebirge), Senon. *Thamnasteria procera* Reuss und *Thamnasteria exigua* Reuss als bankbildene Korallenarten (gesammelt von J. FÜLÖP).

4. Sümeg. Bankbildende Art aus dem Senon:

Rhabdophyllia annae n. sp.

Gesammelt von A. HORVÁTH. Länge des Polyprohres 18 cm. Kelchdurchmesser 7 und 9 mm. Prismatisch. Am Äusseren der Polyprohrchen längsgerippt. Auf 5 mm entfallen 8 solcher Längsrippen. Kragengebilde sind nicht vorhanden. Die zahlreichen Septen sind wegen der hochgradigen Umkristallisierung nicht genau zählbar. Auf 2 mm können aber 4 Septenbasen gezählt werden. Endothek äusserst dicht. Eine Besonderheit ist, dass an der einen Seite der Septen eine Zähnelung schärfer ausgebildet ist.

5. Senon-Arten aus dem Csinger-Tal.

Phyllosmilia transiens Felix, *Cyclolites humilis* Quenstedt, *Cyclolites elliptica* Guettard, *Cyclolites undata cycloides* Felix, *Montilivaltia latona* Felix. *Montilivaltia rudis* (Sowerby), *Placosmilia arcuata* M. Edwards, *Trochosmilia psecadiphora* Felix und *Coelosmilia niobe* Kolosváry.

Epismilia rozlosnyiki n. sp.

Polyp stark geneigt, nach der Basis zu mässig verengt, Epithek wohlentwickelt, ein Kolumellarring ist vorhanden. Höhe 3,5 cm. Kelchdurchmesser 15×12 mm. 44 Septen und 3 Cyklen. An der Septenoberfläche entfallen auf 4 mm 8—9 Vertikalrippen. Am Aeusseren des Polyps ist eine Querstreifung zu beobachten. Wand: Archaeotheka, Endotheka nicht dicht. Gesammelt von P. ROZLOZSNYIK.

Eozän

Hier stand mir wenig Material zur Verfügung; die *Rhabdophyllia crenaticostata* (Reuss) kam in den folgenden Fundorten des oberen Eozän zur Beobachtung: *Eger-Kiseged*, *Parasznya* und *Pereces* (Bükk-Gebirge). Ausgezeichnete bankbildende Korallenart, welche in den Korallenbänken des Eozän als erstklassiger Faktor eine Rolle spielt (gesammelt von F. LEGÁNYI).

Astraeopora dubiosa d'Achiardi kam aus den mittleren Eozänschichten bei *Szentgál* (Transdanubien) zum Vorschein (unbekannter Sammler).

Sowohl im mittleren, wie auch im oberen Eozän herrschte intensive Bankbildung, aber auf das Klima des wärmeren Mitteleozän trat im oberen Eozän eine gewisse Abkühlung ein und es kam zum Aussterben zahlreicher Arten des mittleren Eozän.

Oligozän

Balanophyllia concinna Reuss. Windt-sche Fabrik Eger, aus dem tieferen ehemaligen grauen Meeresgrund, Gesammelt von L. CZABALAI. Eine der auch ins Miozän übergehenden Arten, welche auch hinsichtlich des Typus die oligozäne Korallenwelt mit der miozänen verbindet.

Miozän

Im Material¹ nichts neueres Erwähnenswertes. Unser heimisches Material stimmt im grossen und ganzen mit der Korallenfauna von *Ribice* (Siebenbürgen) und den übrigen umgebenden Landesteilen (Ungarisches und Tschechisches Kohlenbecken von *Salgótarján*) überein. Charakteristisch ist, dass mehrere Arten aus dem Oligozän herüberkommen und einige dieser Arten (z. B. *Fabellum pavonium*) auch heute noch leben.

Zusammenfassung

Von den gefundenen Arten sind die stratigraphisch wichtigen in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Hieraus erhellt, dass schärfere Wellengrenzen der Korallenentwicklung zwischen den folgenden geologischen Zeitaltern gezogen werden können:

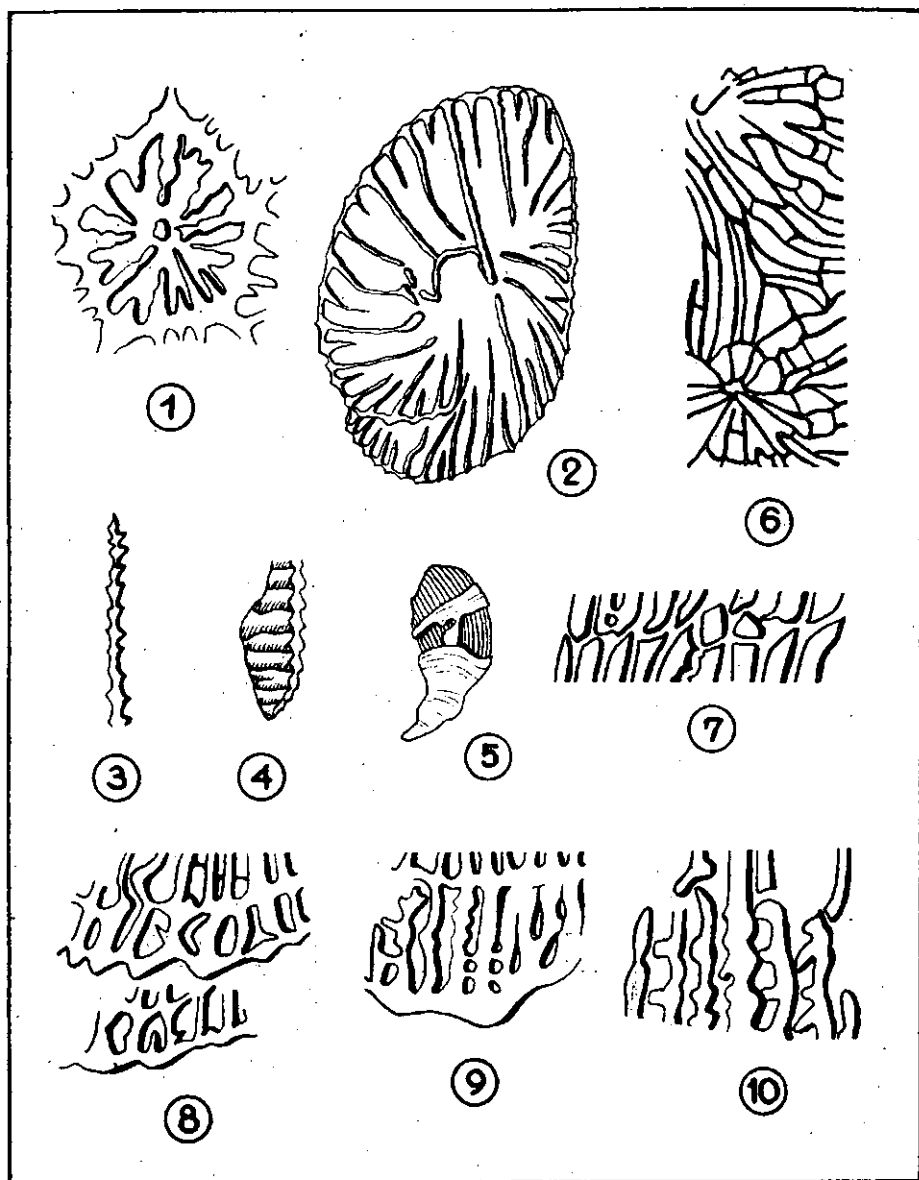
¹ Aufgearbeitet M. SZÉKELY

Zwischen Perm und Trias (anisische Korallen sind bisher nur vom *Misina-tető* aus dem *Mecsek*-Gebirge bekannt).

Zwischen unterem und oberem Jura. Im unteren Jura bestand eine gewisse Bankbildung, aber im Malm kann nurmehr eine spezifische heimische Facies-Entwicklung von nicht-bankbildenden Einzelindividuen zustandekommen.

Zwischen unterer und oberer Kreidezeit, welche beiden Perioden durch die dazwischenstende (aber in heimischer Hinsicht bisher ärmliche) cenomanische Korallenentwicklung voneinander getrennt sind.

Zwischen dem oberen Eozän und dem Oligozän erscheinen die progressiven Korallentypen höherer Ordnung, welche in Gemeinschaft mit denen des Miozäns bereits zur Ausgestaltung der modernen (in Septensystem regressiven) Typen führen.



Tafelerklärung

1. *Stephanocaenia hoffmanni*—Kelch. 2. *Epismilia rozlozsniki*—Kelch mit bei eozänen *Circophyllien* auch bekannte peripherische Knospung. 3–4. *Epismilia rozlozsniki*—Septen. 5. *Epismilia rozlozsniki*—Polypier. 6–7. *Siderofungia* sp. n. ?—Septen. 8–9. *Rhabdophyllia annae*—Basis der Septen. 10. *Rhabdophyllia annae*—Septen mit einseitigen starken Bestachelung.

Delin. Autor

PARS ANTHROPOLOGICA

ZWEI ADORJÁNER GRÄBERFELDER DER AWARENZEIT AUS ANTHROPOLOGISCHEM GESICHTSPUNKTE BETRACHTET

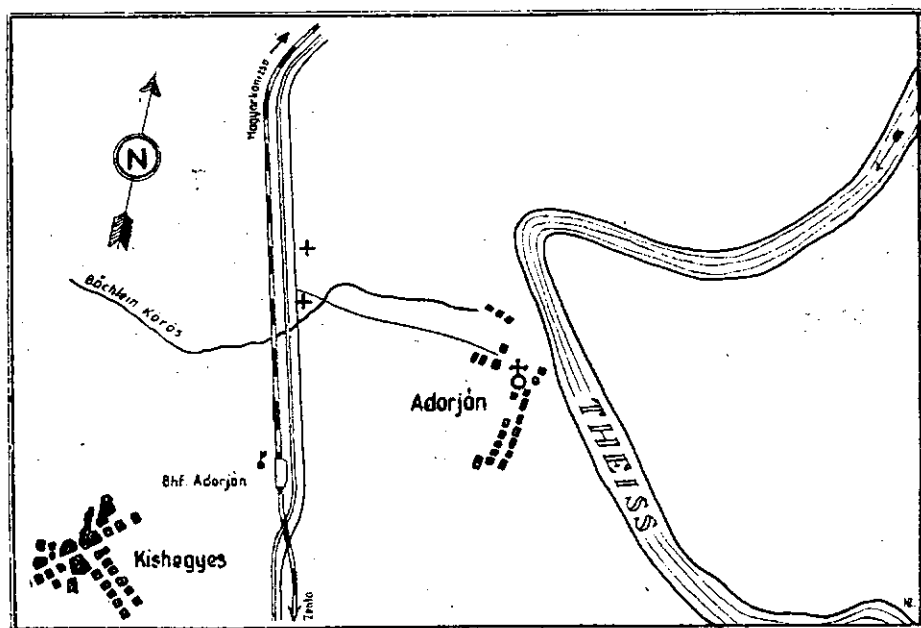
Von

L. BARTUCZ und Gy. FARKAS

Anthropologisches Institut der Universität Szeged, Ungarn.

(Eingegangen am 2. September 1957)

Das Anthropologische Institut der Szegeder Universität besitzt infolge der Ausgrabungen unternommen von F. MÓRA, später von J. BANNER, G. CSALLÁNY, D. CSALLÁNY, M. PÁRDU CZ und anderen, ein reiches anthropologisches Material, was den südlichen Teil der Grossen Ungarischen Tiefebene anbelangt. Dieses Material besteht aber zumeist nur aus Schädeln. Ohne die Kenntnis der übrigen Teile des Skeletts beruht aber die Bestimmung des Geschlechtes, wie hauptsächlich die rassen-



1. Abb. Die Karte der Fundorte. (Die beiden Gräberfelder sind mit je einem Kreuz bezeichnet.)

der Szegeder Universität überlasse. Die Ausgrabung wurde von seiten des Anthropologischen Instituts durch die Praktikanten J. NEMES und J. PÁLFY geleitet und von dem 2. bis zum 21. April des Jahres 1943 fortgesetzt. An der archäologischen Authentifizierung des Gräberfeldes nahm auch D. CSALLÁNY selbst teil. Die Karte des Fundortes sehen wir auf der ersten Abbildung.

Das erste Adorján-Gräberfeld aus der Awarenzeit liegt also an jenem Abschnitt der von dem Adorján-er Bahnhof nach *Magyarkanizsa* führenden Strasse, welcher sich nördlich von dem Bächlein *Körös*, oder »*Sárgaárók*« (Gelber Graben) genannten, alten Bachbette, auf dem Gebiet des unmittelbar an der östlichen, oder rechten Seite der gebauten Strasse führenden Weges und Grabenteiles, an der Grenze des Ackerfeldes von P. NAGY und L. MOLNÁR befindet. (S. 2. Abbildung). Hier stürten die Arbeiter 6 Gräber auf, nachher gelangten 33 Gräber zum systematischen Aufschluss. Insgesamt gelang es also das Material von 39 Gräbern für die Wissenschaft zu retten. Dieses nennen wir im folgenden Landstrassengräberfeld.

Das andere Adorján-er awarenische Gräberfeld kam mehrere hundert Meter nördlich von dem ersten, ebenfalls an der östlichen rechten Seite der gebauten Landstrasse, auf dem Meierhofe der Witwe von M. FEJÉR zum Vorschein. Dieser wurde Gehöft Nr. 5. genannt. Aus diesem Gräberfelde gelang es insgesamt 52 Gräber systematisch aufzuschliessen. Die Stätte der Ausgrabung und die Lage der Gräber sehen wir auf Abbildung 3.

Das aus den beiden Gräberfeldern zum Vorschein gekommene archäologische Material wurde von dem Archäologischen Institut der Szegeder Universität restauriert, und nachher dem Museum der Stadt Zombor übergeben. Wissenschaftlich hat es J. KOREK untersucht. Die genannten Skelette wurden durch das Anthropologische Institut konserviert, und kommen im folgenden zu einer wissenschaftlichen Veröffentlichung. Heute gehören beide Gebiete zu Jugoslawien.

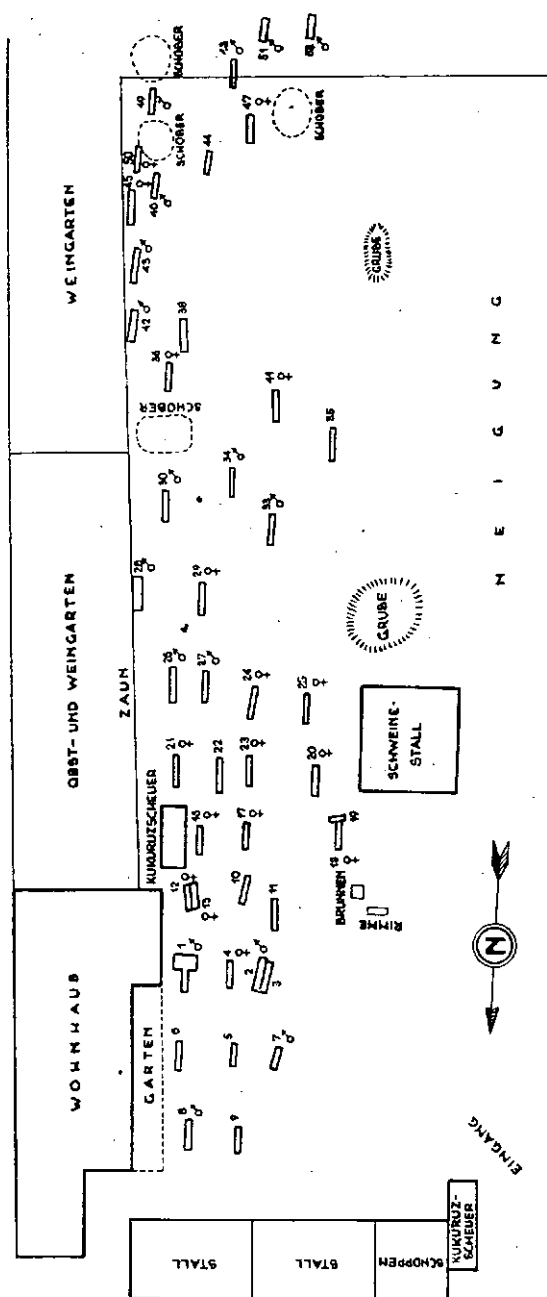
Die archäologische und ethnogenetische Bedeutung der Adorján-er Gräberfelder aus der Awarenzeit

Die beiden Gräberfelder aus der Awarenzeit kommen in dem zusammenfassenden Werk von D. CSALLÁNY (5) unter den Nummern 9. und 10. mit dem folgenden Text vor:

»9. Adorján (= Adorjan) (Stara Kanjiža-; Dun. Ban., J.) (vorm. Kom. Bács-Bodrog, *Magyarkanizsa*-). Zwischen dem »*Sárgaárók*« (Gelber Graben) benannten Abschnitt des Bächleins *Körös* und der Kreuzung der Landstrasse im Jahre 1943 zum Vorschein gekommenes Gräberfeld vom Ende des VII. Jahrhundert. Museum Zombor-Sombor. Ausser dem gelegentlich der Kontroll-Ausgrabungen gesammelten Fundmaterial, werden hier auch die aus den Ausgrabungen des Anthropologischen Institutes der Universität Szeged stammenden Altertümer aufbewahrt.«

»10. Adorján (= Adorján) (Stara Kanjiža-; Dun. Ban., J.) (vorm. Kom. Bács-Bodrog, *Magyarkanizsa*-). Gehöft Nr. 5. Ein anderes Gräberfeld vom Ende des VII. Jahrhundert, welches sich in der Nähe des Fundortes Nr. 9 von Adorján befindet (1943). Museum Zombor-Sombor. Die Funde beider Gräberfelder sind unveröffentlicht.«

Den vollen Erfolg der Ausgrabung hinderte in grossem Masse der Umstand, dass wir aus dem ersten, sogenannten Landstrassengräberfeld bloss den schmalen Graben und den rasigen Teil an der Landstrasse, aus dem zweiten, sog. Gräberfeld im Gehöft Nr. 5. bloss auf dem Hofe befindlichen Teil aufgraben konnten, und somit weder die wirkliche Grösse und Ausdehnung, noch das vollständige archäologische und anthropologische Material der Gräberfelder



3. Abb. Die Hofgräber des awarischen Gräberfeldes in Adorján Gehöft Nr. 5.

kennen. Daraus, dass auf verhältnismässig kleinem Gebiet, im Graben an der Landstrasse 39, und im Hofe der Meierei 52 Gräber zum Vorschein kamen, ist jedenfalls auf das Vorhandensein grösserer Gräberfelder aus der Awarenzeit zu schliessen, und es ist sehr wahrscheinlich, dass die Ackerfelder beiderseits der Landstrasse noch viele Gräber bergen.

Es entstand die Frage, ob die Landstrassengräber und die Hofgräber im Meierhofe 5. vielleicht zwei Teile, zwei Enden eines und desselben Gräberfeldes bedeuteten? Dies scheint der durch J. KOREK festgestellte: »vollkommen übereinstimmende archäologische Charakter« der beiden Gräberfelder zu beweisen. Hinwiederum spricht die Entfernung von mehreren hundert Metern zwischen ihnen dagegen, sowohl auch ein gewisser Unterschied, der sich in dem anthropologischen Gepräge der beiden Gräberfelder bemerkbar macht.

Was den archäologischen Charakter und die Bewertung der Gräberfelder anbelangt, vermag ich bloss, wegen des mir zur Verfügung stehenden knappen Raumes, die hierherbezüglichen Anschauungen von D. CSALLÁNY und J. KOREK auf Grund des mit ihnen geführten Briefwechsels in einigen Sätzen mitzuteilen.

Der Meinung von D. Csallány gemäss:

»stammt das erste Gräberfeld aus dem ausgehenden VII. Jahrhundert. Das 2, 4, 12, 15, 28. Grab zeugt von einem sarmatisch-gepidischen Gepräge. Im 4. Grab gab es auf dem Gefässe eine rautenförmige, eingeprägte Verzierung.«

Er hebt die ungewöhnliche Länge der gegrabenen Gruben hervor. Ethnisch hält er das Menschenmaterial der Gräberfelder für:

»spätere Sarmaten aus der Awarenzeit, welche die frühere Einwirkung der gepidischen Kultur noch wahrten, sich mit diesen gewissermassen auch vermischt haben mochten, weil sie an der Tisza wohnten. Doch zu dieser, ethnisch eventuell schon gemischten Gruppe wird ein Ankömmlingskomponent aus der Awarenzeit getreten sein: Kuturgur-Bulgaren (späte Hunnen), welche die Umgegend von Kiskörös und im allgemeinen das Denkmälermaterial des Gebietes zwischen der *Duna* und der *Tisza* charakterisieren.«

Mit den obgesagten stimmt grossenteils auch die Meinung von J. KOREK überein. In seinem unpublizierten Artikel (1943) nahm er das 2, 4, 12, 15, 28. Grab aus dem Adorjänner Landstrassengräberfeld als germanische Denkmäler auf.

Das auf der Scheibe verfertigte Tongefäss des 12. Grabes ist von sarmatischem Typ, welcher in dem Material der *Bácskaer* Hügelgräberfelder aus dem IV. Jahrhundert zahlreich vertreten ist. Das breitfüssige Gefäss des 28. Grabes trägt sarmatischen Charakter, und ist eine Form ebenfalls aus dem IV. Jahrhundert. Der Konkavspiegel ist von sarmatischem Charakter, doch ist er in der späteren Zeit unbekannt, die Spange aus Bronze mit den eisernen Dornen, die schwarze, gefurchte Perle, sind entschieden gepidisch. Hier handelt es sich wahrscheinlich um ein sarmatisches Fortleben. Die Richtungen der bezeichneten Gräber stimmen mit den späten sarmatischen Gräbern nicht überein. Das bezwangene Volk übernimmt den Ritus der Leichenbestattung von dem neuen (Gepiden, eventuell Hunnen), es bewahrt die Keramik, die Metallbeilagen übernimmt es von den Eroberern. Die Richtung des 2, 4, 15. Grabes ist mit dem Ritus der Gepiden identisch. Das vorherrschende Element ist hier das gepidische mit einer leichten hunnischen Färbung.«

Nach J. KOREK:

»In dem reichen awarischen Material aufgeschlossen in der *Bácska*, bedeuten die beiden *Adorján* Gräberfelder, das an der Landstrasse, und das auf dem Gehöft Nr. 5., eine Gruppe für sich. Charakteristisch sind auch die ungemein langen, wesentlich längeren als die Skelette, rechteckförmigen Gruben (230—270 cm). Diese Eigenheit scheint vielleicht von der awarischen Gruppe der Nischengräber hierher vererbt zu sein. Auffallend ist es auch, dass die Richtung der Gräber mit der Richtung derjenigen Gräber übereinstimmt, welche, inmitten der übrigen Gräber des Friedhofes liegend, Material von germanischem Gepräge enthalten.

Der eigenste Zug der Gräberfeldes ist aber, dass wir hier kein einziges Stück finden, welches schon zur Zeit der Gusstechnik verfertigt, die mit Greif und Ranken verzierte Gruppe vertreten würde, während doch die mit Hilfe der Presstechnik, der Lamellentechnik verfertigten Stücke des Gräberfeldes schon in der dem Gusse vorhergehenden Zeit in der Greifen-Rankengruppe leben, und auch ihr Alter sie hierher zählen lässt. Zwar gibt es einige Stücke unter den Beilagen, welche germanische, gepidische Einschläge aufweisen (*Adorján*-Landstrasse 7. Grab, *Adorján*-Gehöft 38. Grab). Der ungemein kräftige Einfluss der Ureinwohnerschaft (vermutlich Sarmaten) ist wahrzunehmen: *Adorján*-Gehöft 45. Grab (Verzierung einer Jungfernkranz), 16. Grab (Spindelknopf), 38. Grab (emaillierte Fibel).

Die beiden *Adorján*er Gräberfelder vertreten, mit den Gräberfunden von *Szilágy* und *Zombor* zusammen, eine und dieselbe Zeit: die zweite Hälfte des VII. Jahrhunderts, greifen aber eventuell auch in die erste Hälfte des VIII. Jahrhunderts hinüber.

Auf Grund der kurzen archäologischen Charakteristik von D. CSALLÁNY und J. KOREK steht es klar genug vor uns, dass die Bevölkerung der beiden Gräberfelder ethnisch, und besonders ethnogenetisch ziemlich gemischt sein mochte, so dass wir mit Rassenmischungen von verschiedner Richtung und Intensität und die auch aus anthropologischem Gesichtspunkte interessante Probleme aufwerfen, rechnen müssen.

Zahl der Gräber und Skelette, ihre Verteilung nach Geschlecht und Alter

In dem Gräberfeld *Adorján*-Landstrasse wurden 39 Gräber durch die Ausgräber, 5 Gräber durch Arbeiter geöffnet. Die Zahl der Gräber war somit 44 auf dem aufgeschlossenen Gebiet. Dreie von ihnen waren Doppelgräber, und zwar war in einem (Nr. 17) eine Mutter mit ihrem 4—5-jährigen Kinde, in einem (Nr. 23) ein Mann und eine Frau, und in einem (Nr. 38) ein älterer Mann mit einem Kind begraben. So beträgt die gesamte Zahl der in dem Friedhofe begrabenen Individuen. 47.

In dem Gräberfeld Gehöft Nr. 5. öffneten die Ausgräber 52 Gräber. Von diesem waren 7 Doppelgräber, und zwar in 5 Gräbern (Nr. 17, 24, 30, 36, 37), ruhten Mann und Frau, in einem (Nr. 21.) Mutter mit Kind, und in einem Grabe (Nr. 38.) ein Mann mit einem 10-jährigen Kind. In dem aufgegrabenen Teile dieses Friedhofes beträgt also die Gesamtzahl der Beerdigten 59.

Was die Zahl der für eine wissenschaftliche Untersuchung geretteten Schädel und Skelette anbelangt, kam aus dem Gräberfeld Landstrasse Schädel und Skelett von 35 Individuen, (77,78%), von 6 Individuen (13,33%) bloss der Schädel, und von 4 Individuen (8,89%) bloss das Skelett in das Anthropol-

gische Institut. Von den insgesamt 47 in dem aufgegebenen Teile des Friedhofes beerdigten Individuen wurde also von 45, das heisst von 95,74% aller Beerdigten entweder der Schädel, oder das Skelett, von der überwiegenden Mehrzahl der Individuen (78%) wurde sogar Schädel und Skelett für die wissenschaftlichen Untersuchungen gerettet.

Gleichfalls günstig ist das Verhältnis der geretteten Skelette in dem auf dem Hofe des Gehöftes Nr. 5. aufgegebenen Friedhofe. Von den hier begraben 59 Individuen gelang es von 56 (94,92%) den Schädel oder das Skelett zu retten. Von diesen sind von 50 Individuen (89,29%) so der Schädel, wie das Skelett vorhanden, von 5 Individuen (8,93%) nur das Skelett und von 1 Individuum (1,79%) nur der Schädel. Das Verhältnis der geretteten vollständigen Skelette ist hier also noch grösser.

Tab. I. Verteilung der Schädel nach Altersgruppen und Geschlechtern.

Gräberfeld		Inf. II.	Inf. III.	Juv.	Adultus		Maturus		Senilis	Zusammen	%
		1—6	7—14	15—22	23—30	31—40	41—50	51—60	61—		
I. Adorján: Landstrasse	♂	—	—	1	—	5	7	8	6	27	62,79
	♀	—	—	1	3	2	2	4	1	13	30,23
		2	1	—	—	—	—	—	—	3	6,98
	Zusamm.	2	1	2	3	7	9	12	7	43	100,00
II. Adorján Gehört Nr. 5.	♂	—	—	2	—	4	4	10	3	23	41,07
	♀	—	—	4	3	7	1	3	4	22	39,29
		6	5	—	—	—	—	—	—	11	19,64
	Zusamm.	6	5	6	3	11	5	13	7	56	100,00
I+II.	♂	—	—	3	—	9	11	18	9	50	50,51
	♀	—	—	5	6	9	3	7	5	35	35,35
		8	6	—	—	—	—	—	—	14	14,14
	Zusamm.	8	6	8	6	18	14	25	14	99	100,00

Die verhältnismässig grosse Zahl der aus den zwei Gräberfeldern geretteten Schädel und Skelette unterstützte wesentlich die Bestimmung der Verteilung nach Altersgruppen und Geschlechtern der beiden Populationen, ihre typologische Differenzierung und Rassenzusammensetzung. Eine andere Frage ist natürlich der Erhaltungszustand des geretteten anthropologischen Materials, welcher nicht nur von dem Geschick, der Erfahrung und Gewissenhaftigkeit des Ausgrabers, sondern auch von den chemischen und physischen Faktoren des Bodens und der Skelette abhängig ist.

Von den 39 Skeletten des Landstrassengräberfeldes waren 31 (79,49%), von den 55 Skeletten des Gehöftes Nr. 5. 40 (72,73%) dazu geeignet, die wahrscheinliche Grösse des lebenden Körpers festzustellen.

Wesentlich ungünstiger ist das Verhältnis, was die Schädel anbelangt, denn eine grosse Anzahl davon war stark beschädigt. Von den 40 Schädeln des Landstrassengraberfeldes sind nur 19 (47,50%), von den 51 Schädeln des Gräberfeldes im Gehöft Nr. 5. nur 28 (54,90%) als unverletzt und somit zu einer typologischen Untersuchung geeignet zu betrachten. Zum Glück ist aber bei dem grossen Teile auch der beschädigten Schädel die Nasengegend mehr oder minder unverletzt geblieben, und dieser Umstand bewirkte, dass die typologischen Bestimmungen der Wahrheit in hohem Masse nahe treten mochten.

Tab. II. Die Parameter der Masse und Indizes der Männer nach Geschlechtern.

Nr. nach Martin	M ä n n e r					F r a u e n				
	N	V	M	ε	δ	N	V	M	ε	δ
1.	38	171—203	182,00	4,68	6,56	33	165—186	174,60	4,23	4,55
5.	23	92—106	100,43	3,49	3,78	22	88—103	95,87	3,33	4,09
8.	39	120—161	142,74	5,04	7,02	32	129—153	140,75	4,75	5,67
9.	38	86—102	95,21	3,14	3,81	31	83—107	93,42	4,14	5,32
17.	23	120—145	128,79	4,08	5,38	22	118—136	124,09	2,82	3,72
20.	39	93—118	106,28	4,77	6,40	33	93—117	103,12	3,58	4,65
32.	27	42°—53°	46,48°	2,04	2,39	26	42°—53°	46,85	2,10	2,81
38.	30	1240—1700	1455,10	33,71	10,90	28	1150—1570	290,78	6,32	7,93
40.	20	83—106	93,80	4,14	5,37	21	81—102	90,72	4,74	5,66
45.	18	123—143	134,94	3,83	5,00	22	113—133	123,87	4,88	5,42
46.	28	87—106	95,33	3,49	4,58	24	79—102	90,17	4,27	5,42
47.	26	110—133	116,58	4,44	5,45	24	101—119	108,67	4,02	4,74
48.	27	63—82	69,26	3,51	4,65	26	57—73	65,53	3,60	4,24
51.	28	37—42	39,7	1,13	1,75	27	35—46	38,22	1,67	2,26
52.	28	29—38	32,58	2,03	2,24	27	29—37	32,78	1,82	2,20
54.	27	22—29	25,70	1,55	1,72	24	21—29	24,75	1,89	2,18
55.	28	43—57	51,67	2,14	2,78	25	43—55	48,76	2,37	2,78
62.	30	37—53	45,60	2,82	3,32	24	39—47	43,04	2,29	2,52
63.	28	32—46	39,10	2,39	3,12	24	31—44	36,67	2,61	3,14
65.	29	106—133	121,24	5,54	6,62	27	95—126	113,40	6,64	7,71
66.	38	91—112	100,66	4,45	5,20	25	82—101	91,56	4,78	5,24
69.	35	21—38	31,02	3,08	3,87	31	11—34	25,54	4,65	5,85
70.	42	57—74	65,73	3,28	4,00	31	52—69	59,68	3,71	4,46
71.	44	26—36	30,35	1,82	2,39	32	24—33	27,60	2,31	2,38
72.	27	79°—92°	86,29	2,45	2,99	26	80°—94°	86,27	3,55	4,01
Statur	41	150,1—179,3	164,36	4,35	5,54	30	144,2—165,0	154,46	4,81	5,39

Indizes

8:1	37	51,11—89,44	78,51	4,07	5,33	32	74,14—88,69	80,91	2,66	3,51
17:1	23	63,83—76,54	71,34	2,37	2,97	22	67,43—80,00	71,32	2,32	3,12
17:8	22	80,12—108,20	90,10	5,00	6,46	22	84,72—96,12	88,50	2,38	2,72
9:8	37	60,00—72,46	66,86	2,74	3,28	30	60,40—73,79	66,06	2,84	3,40
47:45	17	77,46—96,95	86,48	4,22	4,81	19	65,28—99,15	87,48	4,06	5,26
48:45	16	45,65—58,02	51,44	2,88	3,35	22	47,33—59,32	52,78	2,82	3,38
52:51	28	75,00—95,00	82,58	4,90	5,53	27	76,92—94,29	85,71	4,23	4,68
54:55	27	42,11—60,42	49,71	3,04	3,86	23	41,18—62,79	50,83	4,26	5,23
63:62	27	70,59—102,70	85,78	7,67	8,87	25	73,33—110,00	85,68	5,62	6,61

Die Verteilung der geretteten Schädel nach Altersgruppen und Geschlechtern sehen wir auf *Tabelle I*. Auffallend ist es hier vor allem, dass die Neugeborenen und die unter einem Jahre alten Kinder (Inf. I.) in beiden Friedhöfen gänzlich fehlen, es ist möglich, dass sie in einem anderen, noch unaufgeschlossenen Teile der Gräberfelder begraben wurden. Sehr gering ist auch die Zahl der Kinder unter 15 Jahren, im allgemeinen 14⁰/₁₀₀. Doch in dieser Hinsicht gibt es einen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Friedhöfen, insofern in dem Gehöft Nr. 5 mehr als dreimal soviel (19,6⁰/₁₀₀) wie in dem Landstrassengräberfeld die Zahl der unter 15 Jahre alten Kinder beträgt. Das Verhältnis ist ungefähr dasselbe in Anbetracht auch der 15—22-jährigen. Von den übrigen Lebensaltern herrscht, im allgemeinen das mature Alter vor, und zwar bei den Männern noch mehr als bei den Frauen, was auch hier von dem früheren Ableben, beziehungsweise von dem niedrigeren durchschnittlichen Lebensalter der Frauen in der Awarenzeit zeugt (4., 11.).

Was die beiden Geschlechter anbelangt, ist ihre Anzahl in dem Gräberfeld Gehöft Nr. 5. nahezu gleich, während im Landstrassengräberfeld zweimal soviel Männer (63⁰/₁₀₀) als Frauen (30⁰/₁₀₀) ruhten.

Vergleichende Untersuchung der einzelnen Merkmale

Die ursprünglichen Masse und Indices der untersuchten Schädel legen wir auf den Beilagen Nr. 1—4, die Charakteristik der einzelnen Schädel nach den wichtigen Indices auf den Beilagen Nr. 5—6, vor.

Die wichtigeren Parameter der Masse und Indices nach Geschlechtern lässt *Tabelle II.*, nach Gräberfeldern *Tabelle III.* und *IV.* sehen. Wegen des zur Verfügung stehenden beschränkten Platzes können wir hier ganz kurz bloss auf die Behandlung einiger typologisch wichtigen Eigenheiten eingehen.

Die wahrscheinliche Körpergrösse konnten wir an 41 männlichen, sowohl auch an 30 weiblichen Skeletten mit Hilfe der *Manouvrier'schen*, und der *Pearson-Leeschen* Errechnungsmethoden feststellen. Demgemäss war die Durchschnittsstatur der Männer 164,4 cm, (150—179 cm), die der Frauen 154,4 cm (144—165 cm). Zwischen dem Menschenmaterial der beiden Gräberfelder zeigte sich, was die Statur betrifft, so bei den Männern, wie bei den Frauen, bloss ein Zentimeter Unterschied, und zwar zu Gunsten des *Adorján*-Landstrassengräberfeldes. Die Bevölkerung unserer Gräberfelder findet also unter den Populationen von mittlerer Grösse der Awarenzeit ihren Platz (3), und in dieser Hinsicht steht sie der Bevölkerung der Gräberfelder von *Makkoserdő*, *Alattyántulát* (14) und *Üllő* (7) nahe.

Die Häufigkeit der einzelnen Staturgruppen nach Geschlechtern und nach Friedhöfen fassten wir auf *Tabelle V.—VI.* zusammen. Hier fällt einerseits auf dass die grosse Statur-Gruppe bei den Frauen, die untermittelgrosse und mittelgrosse Statur-Gruppe bei den Männern häufiger ist, anderseits, dass so bei den Frauen, wie bei den Männern die kleine Statur in dem Friedhofe

Tab. III. Die Parameter der Masse und Indizes der Männer nach Friedhöfen.

Nr. nach Martin	M ä n n e r					
	Landstrasse			Gehöft Nr. 5		
	N	V	M	N	V	M
1.	19	172—203	182,10	19	171—193	181,89
5.	7	93—105	101,00	18	92—106	100,16
8.	21	120—155	140,96	18	131—161	144,95
9.	20	86—102	94,50	18	90—102	96,00
17.	7	124—145	133,29	16	20—132	127,12
20.	20	93—114	106,10	19	100—118	106,48
32.	13	44—49	46,00	14	42—53	47,07
38.	14	1240—1620	1391,30	16	1260—1700	1455,75
40.	7	83—106	93,57	13	86—102	94,53
45.	7	131—143	137,28	11	123—142	133,45
46.	13	87—103	95,15	15	88—106	95,47
47.	13	110—133	116,00	13	112—127	116,85
48.	14	63—82	69,13	13	63—76	69,39
51.	15	37—41	39,60	13	37—42	39,00
52.	15	29—38	32,54	13	29—36	32,61
54.	13	22—29	25,23	13	24—28	26,15
55.	14	43—57	45,50	14	50—57	53,14
62.	15	37—53	45,80	15	41—51	45,40
63.	14	32—41	37,92	14	35—46	40,14
65.	15	106—313	121,40	14	108—133	121,06
66.	21	92—112	101,23	17	91—107	100,30
69.	15	26—38	33,05	20	21—35	29,35
70.	23	57—74	65,87	19	61—72	65,57
71.	24	27—34	30,63	20	27—34	30,00
72.	14	79—91	86,93	13	81—92	86,70
Statur	22	150—179	164,88	19	154—173	163,74

I n d i z e s

8:1	19	59—83	77,48	18	71—89	79,62
17:1	7	69—76	73,72	16	64—76	70,31
17:8	7	85—108	93,72	15	80—99	88,40
9:8	20	60—72	67,00	17	60—72	66,70
47:45	7	77—93	84,72	10	83—97	87,70
48:45	7	46—57	50,00	9	49—58	52,55
52:51	15	75—95	81,80	13	76—92	83,47
54:55	13	42—60	50,15	14	45—54	49,28
63:62	13	71—103	82,76	14	77—98	88,57

Gehöft Nr. 5., die grosse Statur in dem Landstrassenfriedhofe wesentlich häufiger ist. Diesem Merkmalsunterschiede liegt offenbar ein typologischer Unterschied zu Grunde, mit welchem wir uns im späteren noch beschäftigen werden.

Aus dem Vergleich der Masse der Männer und Frauen (Tabelle II.) stellt es sich heraus, dass, einige Masse betreffend, vom Normalen abweichende zwischen den beiden Geschlechtern vorkommen. So ist z. B. die grösste Länge

Tab. IV. Die Parameter der Masse und Indizes der Frauen nach Friedhöfen.

Nr. nach Martin	F r a u e n					
	Landstrasse			Gehöft Nr. 5		
	N	V	M	N	V	M
1.	12	168—181	175,41	21	165—186	173,28
5.	7	93—100	96,42	17	88—103	94,47
8.	11	133—149	141,45	21	129—153	140,38
9.	12	92—107	96,17	19	83—104	91,69
17.	7	118—129	123,28	15	119—136	124,46
20.	12	98—117	103,92	21	93—110	102,67
32.	7	42—49	44,86	19	42—53	47,57
38.	9	1240—1370	1290,00	19	1150—1570	1291,15
40.	6	84—95	90,84	15	81—102	90,66
45.	5	118—130	124,00	17	113—133	123,82
46.	7	79—92	86,58	17	84—102	91,65
47.	8	102—114	108,62	16	101—119	108,68
48.	7	62—70	66,00	21	57—73	65,43
51.	8	35—40	38,12	19	35—46	38,26
52.	8	29—36	32,25	19	30—37	33,00
54.	6	22—29	25,16	18	21—28	24,61
55.	5	46—51	48,60	20	43—55	48,80
62.	7	40—45	42,58	15	39—47	43,26
63.	8	31—40	35,88	16	32—44	37,06
65.	8	105—126	113,25	19	95—126	113,52
66.	10	82—101	91,80	19	84—108	91,42
69.	10	20—34	26,30	21	11—32	24,71
70.	10	54—64	58,70	21	52—69	60,14
71.	11	24—32	27,27	21	24—33	27,77
72.	7	81—91	85,43	19	80—94	86,48
Statur	9	144—163	154,88	21	147—165	153,86

I n d i z e s

8:1	11	74—89	80,82	21	74—88	80,96
17:1	7	67—76	70,42	15	68—80	71,73
17:8	8	85—96	88,50	14	85—93	88,50
9:8	11	62—74	67,63	19	60—71	65,16
47:45	5	78—95	87,40	14	80—99	87,50
48:45	5	48—59	53,00	17	47—58	52,70
52:51	8	79—90	84,50	19	77—94	86,21
54:55	5	45—58	52,00	18	41—63	49,72
63:62	7	75—90	82,72	18	73—100	86,83

des Schädels (g-op) bei den Männern nahezu um 8 mm, seine Variationsbreite um 11 Einheiten grösser, als bei den Frauen. Zu gleicher Zeit ist die grösste Breite des Schädels (zy-zy) bei den Männern nur um 2 mm, in Variationsbreite hingegen um 17 Einheiten grösser als bei den Frauen. Die Mittelwerte der Schädelkapazität befinden sich bei beiden Geschlechtern unter der durchschnittlichen europäischen Kapazität. Auffallend ist auch der in den Breiten-

Tab. V—VI. Die Häufigkeit der Staturgruppen nach Geschlechtern und Friedhöfen.

	♂				♀			
	Landstrasse		Gehöft Nr. 5		Landstrasse		Gehöft Nr. 5	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Kleine Statur	3	13,6	5	26,3	1	11,1	5	23,8
Untermittelgrosse Statur	6	27,3	4	21,0	2	22,2	4	19,0
Mittelgrosse Statur	4	18,2	6	31,6	2	22,2	3	14,3
Übermittelgrosse Statur	5	22,7	3	15,8	—	—	6	28,6
Grosse Statur	4	18,2	1	5,3	4	44,4	3	14,3
Zusammen :	22		19		9		21	

	♂		♀	
	n	%	n	%
Kleine Statur	8	19,51	6	20,00
Untermittelgrosse Statur	10	24,39	6	20,00
Mittelgrosse Statur	10	24,39	5	16,67
Übermittelgrosse Statur	8	19,51	6	20,00
Grosse Statur	5	12,20	7	23,33
Zusammen :	41		30	

massen des Gesichtes zu Gunsten der Männer sich zeigende Unterschied. Hingegen können wir auch feststellen, dass dieser Unterschied einem bei den Männern vorgerückteren Entwicklungszustand der Jochbeine zu verdanken ist. Die Augenhöhle ist bei den Frauen zwar etwas schmaler als bei den Männern, doch auch etwas höher (0,20 mm). Daher verschiebt sich der Index der Frauen mit mehr als drei Einheiten in die Richtung der Hypsikonchie. Die Höhenmasse des Gesichtsschädels zeugen wieder davon, dass der sich in der Gesichtshöhe der beiden Geschlechter zeigende Unterschied hauptsächlich auf die Rechnung des unteren Gesichtes zu schreiben ist. Aus den Unterschieden der Breiten- und Höhenmasse des Gesichtes ist gleichzeitig zu ersehen, dass unter den Männern verhältnismässig mehrere Typen mit schmalen, unter den Frauen mehrere mit breitem Gesicht gewesen sein mussten.

Wir finden noch auffallendere, sich auf noch mehrere Masse und Indexe ausbreitende Unterschiede, wenn wir das Menschenmaterial der beiden Friedhöfe miteinander vergleichen. (S. Tab. III. und IV.) Um den Platz zu sparen, erwähnen wir hier nur die am meisten ins Gesicht fallenden. So ist unter der

Tab. VII. Die Häufigkeit der Indexgruppen nach Geschlechtern.

Nr. nach Martin	Einteilung	Männer		Frauen		Zusammen	
		n	%	n	%	n	%
8:1	Ultradolichokran	1	2,7	—	—	1	1,5
	Hyperdolichokran	1	2,7	—	—	1	1,5
	Dolichokran	5	13,5	2	6,3	7	10,1
	Mesokran	14	37,8	11	34,4	25	36,2
	Brachykran	14	37,8	15	46,9	29	42,0
	Hyperbrachykran	2	5,4	4	12,5	6	8,7
17:1	Chamaekran	8	34,8	7	31,8	15	33,3
	Orthokran	11	47,8	11	50,0	22	48,9
	Hypsikran	4	17,4	4	18,2	8	17,8
17:8	Tapeinokran	16	72,7	19	86,4	35	79,6
	Metriokran	4	18,2	3	13,6	6	13,6
	Akrokran	2	9,1	—	—	3	6,8
20:1	Chamaekran	16	43,2	11	33,3	27	38,6
	Orthokran	18	48,7	18	54,6	36	51,4
	Hypsikran	3	8,1	4	12,1	7	10,0
9:8	Stenometop	14	37,8	14	46,7	28	41,8
	Metriometop	12	32,4	8	26,7	20	29,9
	Eurymetop	11	29,7	8	26,7	19	28,4
47:45	Hypereuryprosop	2	11,8	1	5,3	3	8,3
	Euryprosop	6	35,3	4	21,0	10	27,8
	Mesoprosop	6	35,3	11	57,9	17	47,2
	Leptoprosop	2	11,8	1	5,3	3	8,3
	Hyperleptoprosop	1	5,9	2	10,5	3	8,3
48:45	Euryen	5	31,3	4	18,2	9	23,7
	Mesen	9	56,3	12	54,5	21	55,3
	Lepten	2	12,5	6	27,3	8	21,0
52:51	Chamaekonch	3	10,7	—	—	3	5,5
	Mesokonch	14	50,0	13	48,2	27	49,1
	Hypsikonch	11	39,3	14	51,9	25	45,5
54:55	Leptorrhin	5	18,5	5	21,7	10	20,0
	Mesorrhin	15	55,6	7	30,4	22	44,0
	Chamaerrhin	5	18,5	8	34,8	13	26,0
	Hyperchamaerrhin	2	7,4	3	13,0	5	10,0
61:60	Dolichuranisch	4	17,4	—	—	4	9,5
	Mesuranisch	3	13,0	2	10,5	5	11,9
	Brachyuranisch	16	69,6	17	89,5	33	78,6
63:62	Leptostaphylin	9	33,3	4	16,0	13	25,0
	Mesostaphylin	2	7,4	7	28,0	9	17,3
	Brachystaphylin	16	59,3	14	56,0	30	57,7
38	Oligenkran	6	20,0	1	3,6	7	12,1
	Euenkran	13	43,3	16	57,1	29	50,0
	Aristenkran	11	36,7	11	39,3	22	37,9
72	Prognath	1	3,7	—	—	1	1,9
	Mesognath	5	18,5	11	42,3	16	30,2
	Orthognath	21	77,8	13	50,0	34	64,2
	Hyperorthognath	—	—	2	7,7	2	3,8

Tab. VIII. Die Häufigkeit der Indexgruppen nach Friedhöfen.

Nr. nach Martin	Einteilung	Männer				Frauen			
		Landstrasse		Gehöft Nr. 5		Landstrasse		Gehöft Nr. 5	
		n	%	n	%	n	%	n	%
8:1	Ultradolichokran	1	5,3	—	—	—	—	—	—
	Hyperdolichokran	1	5,3	—	—	—	—	—	—
	Dolichokran	1	5,3	4	22,2	1	9,1	1	4,8
	Mesokran	8	42,1	6	33,3	4	36,4	7	33,3
	Brachykran	8	42,1	6	33,3	5	45,5	10	47,6
	Hyperbrachykran	—	—	2	11,1	1	9,1	3	14,3
17:1	Chamaekran	1	14,3	7	43,8	4	57,1	3	20,0
	Orthokran	3	42,9	8	50,0	2	28,6	9	60,0
	Hypsikran	3	42,9	1	6,3	1	14,3	3	20,0
17:8	Tapeinokran	4	57,1	12	80,0	7	100,0	12	80,0
	Metriokran	2	28,6	2	13,3	—	—	3	20,0
	Akrokran	1	14,3	1	6,7	—	—	—	—
20:1	Chamaekran	7	38,9	9	47,4	5	41,7	6	28,6
	Orthokran	11	61,1	7	36,8	5	41,7	13	61,9
	Hypsikran	—	—	3	15,8	2	16,7	2	9,5
9:8	Stenometop	8	36,4	6	35,3	3	27,3	11	57,9
	Metriometop	5	22,7	7	41,2	2	18,2	6	31,6
	Eurymetop	7	31,8	4	23,5	6	54,6	2	10,5
47:45	Hypereuryprosop	2	28,6	—	—	1	20,0	—	—
	Euryprosop	2	28,6	4	40,0	—	—	4	28,6
	Mesoprosop	2	28,6	4	40,0	3	60,0	8	57,1
	Leptoprosop	1	14,3	1	10,0	1	20,0	—	—
	Hyperleptoprosop	—	—	1	10,0	—	—	2	14,3
48:45	Euryen	4	57,1	1	11,1	1	20,0	3	17,7
	Mesen	2	28,6	7	77,9	2	40,0	10	58,8
	Lepten	1	14,3	1	11,1	2	40,0	4	23,5
52:51	Chamaekonch	3	20,0	—	—	—	—	—	—
	Mesokonch	7	46,7	7	53,9	5	62,5	8	42,1
	Hypsikonch	5	33,3	6	46,2	3	37,5	11	57,9
54:55	Leptorrhin	3	23,1	2	14,3	1	20,0	4	22,2
	Mesorrhin	5	38,5	10	71,4	1	20,0	6	33,3
	Chamaerrhin	3	23,1	2	14,3	2	40,0	6	33,3
	Hyperchamaerrhin	2	15,4	—	—	1	20,0	2	11,1
61:60	Dolichuranisch	3	25,0	1	9,1	—	—	—	—
	Mesuranisch	3	25,0	—	—	1	16,7	1	7,7
	Brachyuranisch	6	50,0	10	90,9	5	83,3	12	92,3
63:62	Leptostaphylin	6	46,2	3	21,4	2	28,6	2	11,1
	Mesostaphylin	2	15,4	—	—	3	42,9	4	22,2
	Bracnystaphylin	5	38,5	11	78,6	2	28,6	12	66,7
38	Oligenkran	2	14,3	4	25,0	—	—	1	5,3
	Euenkran	7	50,0	6	37,5	6	66,7	10	52,6
	Äristenkran	5	35,7	6	37,5	3	33,3	8	42,1
72	Prognath	1	7,1	—	—	—	—	—	—
	Mesognath	2	14,3	3	23,1	3	42,9	8	42,1
	Orthognath	11	78,6	10	76,9	4	57,1	9	47,4
	Hyperorthognath	—	—	—	—	—	—	2	10,5

Population des Landstrassengräberfeldes die Zahl der Individuen einerseits von höherer Statur, länglicherem Kopfe, schmalerer Stirne, höherem Gehirnschädel, andererseits mit breiterem Gesicht, niedrigerer Nase, kleinerer Kapazität, mit grösseren, höheren Kinnbacken, etwas höher, als in dem Gräberfeld auf Gehöft Nr. 5.

Gleichfalls zeigen sich auffallende Unterschiede zwischen den Längen-Breiten-, Längen-Höhen- und mehr zwischen den Breiten-Höhen-Indices, zwischen den Mittelwerten des Gesichtsindezes und des Gaumenindeges und zwischen der Häufigkeit ihrer Gruppen, so nach Geschlechtern, wie nach Friedhöfen. (S. Tab. VII—VIII.) So ist die Dolichokranie, Euryprosopie, Chamaekonchie, Dolichuranie, Leptostaphylinie, Oligenkranie unter den Männern, die Brachykranie, Hypsikranie, Chamaerrhinie, Hypsikonchie, Brachyuranie unter den Frauen wesentlich häufiger (S. Tab. VII.).

Nach Friedhöfen hinwiederum (S. Tab. VIII.) kommt die hochgradige Dolichokranie, Hypsikranie, Akrokranie, Eurymetopie, Euryprosopie, Chamaekonchie, Chamaerrhinie, Leptostaphylinie in dem Landstrassenfriedhofe, Hyperbrachykranie, Chamaekranie, Tapeinokranie, Metriometopie, Mesoeuryprosopie, Hypsikonchie, Mesorrhinie, Brachyuranie in dem Friedhofe Gehöft Nr. 5. wesentlich häufiger vor. *Einerseits sind also zwischen den beiden Geschlechtern, andererseits, und zwar in viel höherem Grade, zwischen den beiden Gräberfeldern typologische Unterschiede festzustellen, die Grundlage davon bildet aber nicht so sehr das Auftreten völlig verschiedener Typen, sondern viel eher die verschiedene Häufigkeit derselben Typen nach Geschlechtern und Gräberfeldern.*

Die typologische Differenzierung des anthropologischen Materials

Der mir zur Verfügung stehende ausserordentlich beschränkte Raum lässt es nicht zu, dass ich mich hier mit den Variationsreihen der einzelnen Masse, wie mit den Korrelationen der Masse und der morphologischen Eigenheiten beschäftige. So bin ich gezwungen, mich auf die kurze Besprechung und Charakterisierung der auf Grund jener festgestellten typologischen Gruppen zu beschränken.

Vor allem betone ich, dass *die typologische Gliederung des Menschenmaterials in den beiden Gräberfeldern — auch der in hohem Grade vor sich gegangenen Mischung zum Trotz — wesentlich identisch ist, und die zwischen ihnen vorkommenden Abweichungen sich nicht so sehr auf die Verschiedenheit der Typen, sondern viel mehr auf die Verschiedenheit der Mischungsformen, und die Häufigkeit der einzelnen Typen nach Gräberfeldern beziehen.* Somit werde ich die festgestellten Typen nicht nach Gräberfeldern, sondern nach typologischen Gruppen behandeln, auf die Abweichungen der Gräberfelder von einander komme ich später zu sprechen.

Das Menschenmaterial beider Gräberfelder ist eigentlich in drei grosse Gruppen zu teilen, die ich, um einen leichteren Überblick zu gewinnen, nach der allgemeinen Form des Gehirnschädels:

- A) dolichokrane
- B) mesokrane
- C) brachy-hyperbrachykrane

Gruppe nenne. Ich muss aber betonen, dass diese drei Gruppen nicht einfach die Zerteilung des Materials nach den drei grossen Kategorien des Schädelindex, sondern auch die Differenzierungsrichtungen der Individuen auf Grund ihres gesamt morphologischen Charakterbildes bedeuten. Deshalb stimmen einerseits die Grenzen der einzelnen Gruppen nicht immer genau mit den Grenzwerten der Kategorien des Schädelindex überein, andererseits sind alle Gruppen zusammengesetzt, und auf Grund der Korrelationen der Merkmale in weitere Untergruppen zu gliedern, welche bereits mit den die Population der beider Gräberfelder bezeichnenden einzelnen Rasselementen in enger Verbindung stehen.

Bevor wir uns mit dieser ausführlicheren Gliederung befassen würden, ist es der Mühe wert, die Häufigkeit der drei Untergruppen selbst in die Augen zu fassen. Es stellt sich nämlich heraus, dass von den zu einer typologischen Untersuchung mehr oder minder geeigneten 76 Skeletten 11 (14,5%) zu der dolichokrane Gruppe, 38 (50%) zur mesokrane, 27 (35,5%) zur brachy-hyperbrachykrane Gruppe gehören. *Der Adorjäger Bevölkerung der Awarenzeit drücken also die mesokrane Rassentypen ihren Stempel auf*, ihnen folgen die ein Drittel der Fälle vertretenden brachy-hyperbrachykrane Typen, bis die dolichokrane Typen kaum ein Siebentel der Fälle vertreten. Jene Unterschiede aber, welche wir zwischen den beiden Geschlechtern und den beiden Friedhöfen bereits bei der Behandlung der Merkmale festgestellt haben, erscheinen jetzt in gesteigertem Masse. Die dolichokrane Gruppe ist nämlich unter den Männern (21,4%) viermal so häufig, wie unter den Frauen (5,8%). Die brachy-hyperbrachykrane Gruppe ist ebenfalls unter den Männern (38%) beträchtlich häufiger, als unter den Frauen (32%). Die Hauptmasse der Population bildende mesokrane Gruppe hingegen ist dem 40,5% der Männer gegenüber mit 61,8% bei den Frauen vertreten. Es scheint also, dass *eher die Frauen die die Population am meisten kennzeichnenden, die am meisten angestammten Typen vertreten*.

Die Frage nach Gräberfeldern untersuchend, machen wir die Erfahrung, dass die dolichokrane Gruppe in dem Gräberfelde im Gehöft Nr. 5. (18,6%) zweimal so häufig ist, wie im Landstrassengräberfelde. (9,1%). Die brachy-hyperbrachykrane Gruppe ist ebenfalls im Gehöft Nr. 5. (37,2%) häufiger, als im Landstrassengräberfelde, während die die Hauptmasse der Population ausmachende mesokrane Gruppe im Landstrassengräberfelde (57,6%) dem Gehöft Nr. 5. gegenüber (44,2%) die Oberhand gewinnt.

Betrachten wir nun die ausführlichere typologische Gliederung der drei Hauptgruppen.

A) Dolichokrane Gruppe

Wenn wir die hierher gehörenden 11 Schädel und Skelette zu genauen, vergleichenden Untersuchung in die Augen fassen, stellt es sich heraus, dass ein Teil der Schädel bei dem gemeinsamen dolichokrane Charakter mit

schmäler Stirne, schmalem, hohem Gesicht, mit kegelförmigem Hinterhaupt, mit einer 169—170 cm hohen Statur, kräftiger entwickelten, massiveren Knochen, mit ausgeprägter Morphologie gekennzeichnet ist, während der andere Teil mit einer 160—161 cm hohen Statur, mit zarterem Knochenbau, mit abgeglicheneren morphologischen Zügen verbunden ist, daraus offenbar ersichtlich ist, dass die dolichokrane Gruppe einerseits auf eine Untergruppe mit *nordoiden*, andererseits auf eine Untergruppe mit *mediterranoiden* Rassenmerkmalen zu teilen ist.

1. In die Untergruppe mit *nordoiden* Merkmalen gehören 5 männliche Skelette, und zwar aus dem Landstrassengräberfeld das 938, 933, aus dem Gräberfeld Gehöft Nr. 5. das 979, 966, 974. Doch sind sie nicht von einem gleichen und reinen nordischen Charakter, daher gebrauche ich die Bezeichnung »nordoid« von allgemeinerem Sinn. So vertritt z. B. der 938. Schädel mit seiner äussersten Schmalheit und Länge und den Eigenheiten des Gesichtes eine primitivere Form der nordischen Rasse (*protonordicus*), der 974. ist auf Grund seiner etwas kleineren Statur und konkaven Nasenrücken eher von subnordischem Charakter, während an dem 933. Skelette die nur übermittelgrosse Statur, die breitere Stirn, breitere Jochgegend, aber hauptsächlich die Gestaltung der Nase von kräftiger mongolischer (sibirider oder palaeomongolider) Mischung zeugen. Es ist auffallend, dass die nordoide Gruppe durch keinen einzigen weiblichen Schädel vertreten ist.

2. Die Untergruppe mit *mediterranoiden* Merkmalen ist aus dem Landstrassengräberfeld durch ein männliches Skelett (913.), aus dem Gräberfelde Gehöft Nr. 5. durch 3 männliche (1003, 1006, 953.), und 2 weibliche (962, 1005.) Skelette vertreten. Auch von diesen nähern sich 2 (913, 1003) mit ihrer entschieden kleinen Statur und primitiveren morphologischen Eigenheiten der *protomediterranen* Rasse, während an den übrigen die Merkmale einer mehr oder minder starken Rassenmischung wahrnehmbar sind. Auf ihre ausführlichere Behandlung gehe ich hier nicht ein.

B) Mesokrane Gruppe

Hierher reihte ich 37 Skelette, beziehungsweise Schädel ein. Wenn wir diese auf Grund der Gesamtheit ihrer wichtigsten Merkmale ordnen, gelangen wir wieder zu zwei Untergruppen, deren eine in ihren vorherrschenden Eigenheiten osteuropiden Charakter trägt, die andere hauptsächlich Charakterzüge der europa-sibiriden, oder uralischen Rasse spiegelt.

3. Die *osteuropoide* Untergruppe. Bezeichnend dafür ist die untermittelgrosse Statur, gröbere Knochengestaltung, ein grösserer eckigerer, etwas flacher Gehirnschädel, breitere, gewölbtere Stirn, ein *curvo-occipitales* Hinterhaupt, in der *Norma occipitalis* höhere, aber abgerundete Genickkonturen, ein eckiges, aber völlig europides Gesicht, in Form von einem stehendem Rechteck, mittelhohe, eckige Augenhöhlen mit meistens wagerechtem unterem Rand, ein kurzer, konkaver Nasenrücken von mittlerer Höhe, mesorrhine Nasenöffnung von europidem Charakter, unten durch eine mittelmässig entwickelte *crista nasalis* begrenzt, eine wenig tiefe *fossa praenasalis*, ein mittelmässiges,

etwas vorgeschobenes Jochbein, ein dünner, aber hervortretender Jochbogen, mittelmässiger Unterkiefer mit grosser Gonionbreite, mässig entwickelte Kinnspitze. Hierher sind aus dem Landstrassengräberfeld 6 männliche (947, 934, 937, 940, 919, 935.) und 4 weibliche (914, 942, 911, 921.) Skelette, aus dem Gräberfeld Gehöft Nr. 5: 5 männliche (993, 1007, 958, 977, 998.) und 9 weibliche (996, 961, 965, 964, 988, 995, 991, 969, 976.) Skelette zu zählen. Es gibt aber beinahe keines unter ihnen, das die Merkmale der osteuropiden Rasse vollkommen rein aufweisen würde. Meistens tragen sie die Spuren einer *turanid-pamiriden*, ein kleinerer Teil von ihnen die Spuren einer *europo-sibiriden* Rassenmischung an sich, an einem (942.) sind sogar *mediterrane* Rassenmerkmale nachzuweisen.

4. *Europo-sibiroide, oder uraloide Untergruppe.* Bezeichnend für sie ist eine kleine Statur, ein Gehirnschädel von wesentlich kleinerer Kapazität und im allgemeinen von primitivem Charakter, das schmale und niedrige, nur mässig nach hinten fliehende, aber in der Schläfengegend beträchtlich breit werdende Stirnbein, im allgemeinen ein niedriger Gehirnschädel mit nach hinten fliehender Schädeldachlinie, ein niedriges Hinterhaupt, im wesentlichen von *curvooccipitalem* Charakter, das infolge der ausgesprochenen *parieto-occipitalen* Abflachung öfters etwas kegelförmig erscheint, und das in der *Norma occipitalis* sehr niedrig und von abgerundeten Konturen ist. Das Gesicht ist klein, niedrig, in der Jochgegend recht breit, daher erscheint es mit der schmalen Stirne und dem ebenfalls schmalen Gesicht meistens sechseckig. Das Jochbein ist von schräger Lage, stark hervorgeschoben, aber klein, der *processus zygomaticus maxillae* niedrig, die *fossa canina* leicht eingedrückt, so trägt das Gesicht nur mässig mongolischen Charakter. Sehr bezeichnend ist die primitive Gestaltung der knöchernen Nase. Die Nasenbeine sind klein, tragen die Form einer Sanduhr, liegen etwas flach, infolge dessen sind die Nasenwurzel und der Nasenrücken recht niedrig. Die Augenhöhlen sind klein, ihre Ecken sind abgerundet. Besonders primitiv ist die Gestaltung der *apertura piriformis*: sie ist sehr niedrig, seitwärts stark ausgehöhlt, chamaerrhin, die untere Grenzleiste (*crista nasalis*) ist sehr schwach entwickelt, geht öfters in eine *fossa praenasalis* über, formt sogar manchmal einen Abhang (*clivus*), was in Verbindung mit der in gesteigertem Masse schmaler Stirne schon von der Annäherung an eine *palaeoarktische Rasse* zeugt. Die *pars alveolaris* unter der Nase ist sehr niedrig, meistens prognath. Der Unterkiefer ist niedrig, die Kinnspitze schwach entwickelt, der untere Rand ist meistens vornübergebeugt.

In diese Gruppe gehören aus dem Landstrassengräberfelde 4 männliche (924, 946, 912, 915) und 5 weibliche (916, 918, 927, 944, 930.), aus dem Gräberfeld Gehöft Nr. 5. 2 männliche (959, 1004) und 2 weibliche Skelette (955, 980.), welche aber die Spuren einer Mischung einestheils mit osteuropiden, anderenteils mit *turanid-pamiriden* Rassenelementen an sich tragen. Letztere zeigen sich hauptsächlich in höheren Augenhöhlen, einer höheren und schmäleren Gesichtsform, in längeren und breiteren Nasenbeinen und in einer kräftiger entwickelten *crista nasalis*.

C) Die *brachy-hyperbrachykrane* Gruppe

Die hierher gehörenden Skelette lassen sich ebenfalls in zwei Rassenkreise (*europid* und *mongolid*) teilen, und auf Grund der Gesamtheit ihrer Eigenheiten sondern sie sich in drei Untergruppen.

5. *Turanoide Untergruppe*. Kennzeichnend für diese Gruppe sind in erster Linie nebst der übermittelgrossen Statur, der grosse, hinten auffallend-breite und niedrige Gehirnschädel, und im Verhältnis dazu zu kleine, aber regelmässige, zarter geformte Gesichtsschädel. In dieser Gruppe finden wir die Schädel mit der grössten Kapazität, mit der am meisten hervortretenden Parietalhöckergegend, die in der *norma occipitalis* relative niedrigsten und besonders breitesten Schädel mit sehr niedrigen Schädeldachkonturen. In der *norma temporalis* ist die mittelmässig hohe, gewölbte Stirn charakteristisch, bei den Männern nur schwach hervortretende, bei den Frauen völlig flache Schädeldachlinie, deren höchster Punkt auffallend vorne, in die Bregmagegend fällt. Das Hinterhaupt ist regelmässig gewölbt, *curvo-occipitalis*. Das Gesicht ist symmetrisch, völlig orthognath, eher hoch als breit, nicht besonders eckig, zeigt eine stehende Rechteckform, deren Grundlage aber etwas schmaler ist. Die breitere, etwas flache Stirn, die schwach entwickelten *glabella* und *arcus*, das grössere, etwas derbere Jochbein, die wenig vertiefte, oder ausgefüllte *fossa canina* geben zwar einen leisen, feinen mongoloiden Charakter dem Gesicht, doch wird es durch die grosse, schmale, aus der Gesichtsebene hervortretende Nase, das ziemlich lange, gerade, oder am Ende leicht abgerundete, in transversaler Richtung stark gekrümmte Nasenbein, die schmalere, höhere, unten und seitwärts mit scharfem Rande begrenzte *apertura piriformis* von dem mongoliden Rassenkreise scharf getrennt. Charakteristisch ist für diesen Typ die interessante Gestaltung der Stirn von doppeltem Charakter. In der *norma verticalis* nämlich scheint die Stirn im Verhältnis zu der äusserst grossen parietalen Breite schmal, deshalb gibt der *transversale fronto-parietale* Index stenometopische Werte. Dem gegenüber ist die Stirn in der *norma frontalis* entschieden von breitem Charakter, besonders im Verhältnis zum Gesicht. Die übermässige Breite und besonders an weiblichen Schädeln wahrgenommene Abflachung des hinteren Schädels erweckt samt der alten typologischen Verbindung mit dem mongoliden Rassenkreis auch den Verdacht, ob diese extreme Form nicht eventuell mit dem in einigen Gegenden besonders bei Frauen üblichen Brauch: die Last auf dem Kopfe zu tragen, in Zusammenhang wäre?

In diese Gruppe gehören aus dem Landstrassengräberfelde 4 männliche (925, 939, 948, 909.) und 2 weibliche (922, 941.), aus dem Gräberfeld Gehöft Nr. 5. 4 männliche (978, 1001, 997, 986.) und 3 weibliche (970, 973, 1002.) Skelette. Aus ihrer vergleichenden morphologischen Untersuchung stellt es sich heraus einerseits, dass der grössere Teil von ihnen eine *sibiroide* oder *pamiroide* Rassenmischung wahrnehmen lässt, andererseits, dass die reineren, ausgeprägteren *turanoiden* Typen im Gräberfeld Gehöft Nr. 5. zu finden sind. Die ausführlichere Charakteristik der turaniden Rasse s. in den Arbeiten von L. BARTUCZ (1, 2), P. LIPTÁK (7, 8), J. NEMESKÉRI (9, 10).

6. *Die Pamiroide Untergruppe*. Die Einführung dieser Rasse in die ungarische wissenschaftliche Literatur und der Nachweis ihrer Rolle in der ungar-

ländischen Rassengeschichte und Ethnogenesen, ist das Verdienst von P. LIPTÁK (6,8). Doch gibt es in der genaueren Feststellung ihrer charakteristischen Merkmale, sowie in der Bewertung ihrer historischen Rolle und ihren Beziehungen zu den übrigen Rassen noch viel Ungeklärtes und Verworrenes, so im Ausland (13, 6, 12), wie bei uns zu Hause. Meiner Meinung nach ist es das richtigste, wenn wir die pamirische Rasse als eine der tauriden Rasse nahe stehende Variation der turaniden Rasse auffassen, eine Variation, welche sich aber von beiden wesentlich unterscheidet. Zweifellos ist sie von der turaniden Rasse gut zu unterscheiden, doch steht sie in manchen ihrer Eigenheiten dieser näher, als der tauriden Rasse. Davon hat mich auch die Untersuchung der *Adorján*er Schädel aus der Awarenzeit überzeugt.

Die mit der obigen Benennung abgesonderte Gruppe charakterisiert der vorgehenden gegenüber die entschieden höhere Statur, schlanker Wuchs, kleinerer Gehirnschädel von geringer Kapazität. Der Hinterschädel ist aber wesentlich höher, was besonders in der *porion-vertex*-höhe zum Ausdruck kommt. Die Stirne ist schmäler, nach hinten fliehender. Am auffallendsten ist der Unterschied am hinteren Schädel, der beträchtlich höher und besonders schmäler ist. Das Hinterhaupt ist bei Seitenansicht kürzer, weniger gerundet, die Schädeldachlinie nach hinten fliehend, deshalb fällt auch die Vertex wesentlich mehr nach hinten zu, gegen die Mitte der sagittalen Naht. Das Gesicht ist höher, aber nach unten stark verschmälert. Die Augenhöhlen sind höher, das Jochbein kleiner, eher in Schläfenlage, der Jochfortsatz des Oberkiefers niedriger, die *pars alveolaris* höher, das Kinn und der Unterkiefer schmäler, höher. Doch ist am Gesichtsschädel die auffallende, sehr lange, am Ende gekrümmte, knöcherne Nase, welche die zu diesem Typ gehörenden auch weiblichen Schädel sogleich erkennen lässt. Dessen ungeachtet sind die Merkmale dieses Typs viel zarter, ebenmässiger, als die gleichen Merkmale der tauriden Rasse, davon besonders die allgemeine Gestaltung der Stirne, des Hinterhauptes und des Gesichtsschädels wesentlich abweichen.

Diese unsere Gruppe wird in den beiden *Adorján*er Gräberfeldern durch 9 Skelette vertreten, und zwar im Landstrassengräberfeld 2 männliche (929, 926.) und ein weibliches (949.), im Gräberfeld Gehöft Nr. 5. 2 männliche (952, 985.) und 4 weibliche (983, 960, 967, 1000.) Skelette, welche eine überwiegend turanide Rassenmischung zeigen.

7. Die *tungoid*e Untergruppe. Diese habe ich von der europosibiriden Gruppe abgesondert, denn obwohl jene auch in den mongoliden Rassenkreis gehört, ist sie mesokran, und nicht so ausgesprochen mongolid, d. h. drückt sie nicht so kräftig der Population den mongoliden Stempel auf, wie das *tungide* Element, das eine brachy-hyperbrachykrane und in allen ihren Merkmalen ausgesprochen von der europäischen äusserst abweichende mongolide Gruppe vertritt. Ihre bezeichnenden Merkmale sind: niedrige, gedrungene Gestalt, kurze, robuste Gliedmassen, sehr breiter Schädel von grosser Kapazität. Besonders der hintere Schädel ist breit. Die Stirne ist auch breit, von mässig fliehendem Charakter und nach hinten zu an Breite noch gewinnend. Die Schädeldachlinie ist nach hinten fliehend, doch ist der Gehirnschädel besonders im Verhältnis zur Breite niedrig. Das Hinterhaupt ist kurz, *curvo-occipitalis*. In der *norma occipitalis* ist der Gehirnschädel niedrig, breit, die Schädel-

dachlinie abgerundet. Am Gesichtsschädel herrscht die Breite und die Flachheit. Besonders die Jochgegend ist breit, was dem sehr grossen derben stark facial gelegenen Jochbeine, dem vorgeschobenen Jochbogen, und dem hohen, breiten völlig flachen Charakter tragenden Jochfortsatze der Maxille zu verdanken ist. Deshalb zeigt das Gesicht meistens die Form von einem Sechseck. Die Glabella ist mittelmässig entwickelt, doch lässt sie die breite, flachen Charakter tragende *pars interorbitalis* und die flache, breite Nasenwurzel weniger entwickelt erscheinen. Die Augenhöhlen sind meistens hoch, ihre Ecken sind abgerundet. Die Nasenbeine sind kurz, flach liegend, öfters rudimentär. Infolge der kräftigen Entwicklung des Jochbeines und des Jochfortsatzes der *maxilla* sind die unteren ränder der Augenhöhlen etwas wagerecht und treten kräftig hervor. Die untere Grenzleiste der breiten, niedrigen *apertura priformis* fehlt, oder ist ganz schwach und davor befindet sich eine *fossa praeanasalis*. Die *fossa canina* ist völlig ausgefüllt. Unterkiefer niedrig, abgerundet, Kinn schwach entwickelt. Zähne im Verhältnis zum grossen, breiten Gesicht sehr klein, eng aneinander liegend. Die kompakte Knochensubstanz ist sehr massiv, von grosser Oberfläche, bei Männern mit starken Muskeladhäsionsfortsätzen und -flächen, weshalb der Schädel recht schwer von Gewicht ist.

Dieser Typ wird aus dem Landstrassenfriedhofe durch 2 männliche Skelette (943a, 945a), aus dem Friedhofe Gehöft Nr. 5. 2 männliche Skelette (981, 994.) und ein weibliches Skelett (975.) vertreten. Doch alle verraten eine leichtere europide (turano-taurid-pamirid) Rassenmischung, was in einer höheren Statur, längeren Nasenbeinen, in einer kräftigeren *arcus superciliaris* und eingedrückter *fossa canina* zum Vorschein kommt.

Was die Häufigkeit des tungidischen Elements betrifft, ist zwischen den beiden Friedhöfen kein Unterschied wahrzunehmen, dem gegenüber ist es unter den Männern (9,5%) dreimal so häufig, wie unter den Frauen (3%). Hingegen kommt das sibiride Element, wie wir es schon gesehen haben, unter den Frauen und im Landstrassenfriedhofen in wesentlich höherem Prozent vor.

Wenn wir in unseren zwei aufgeschlossenen Gräberfeldern aus der Awarenzeit, d. h. in deren Menschenmaterial das Verhältnis des europiden und mongoliden Elementes und aus diesem Gesichtspunkte den Charakter unserer Gräberfelder feststellen wollen, dürfen wir, meiner Meinung nach, das europo-sibiride Element neben dem tungidischen nur in 50% seiner tatsächlichen Häufigkeit in Betracht nehmen, um ein richtiges Bild zu gewinnen. In dieser Weise ist das auch an dem somatischen Bilde der Population gut zum Ausdruck kommende Verhältnis der gesamt-mongoliden Elemente im Landstrassen-gräberfeld auf 19%, im Gräberfeld Gehöft Nr. 5. auf 12% zu setzen. Somit haben wir nun unsere Gräberfelder unter die nur in geringem Masse mongoliden, in ihrer grossen Mehrheit aber (80—88%) unter die Gräberfelder völlig europiden Typs zu zählen.

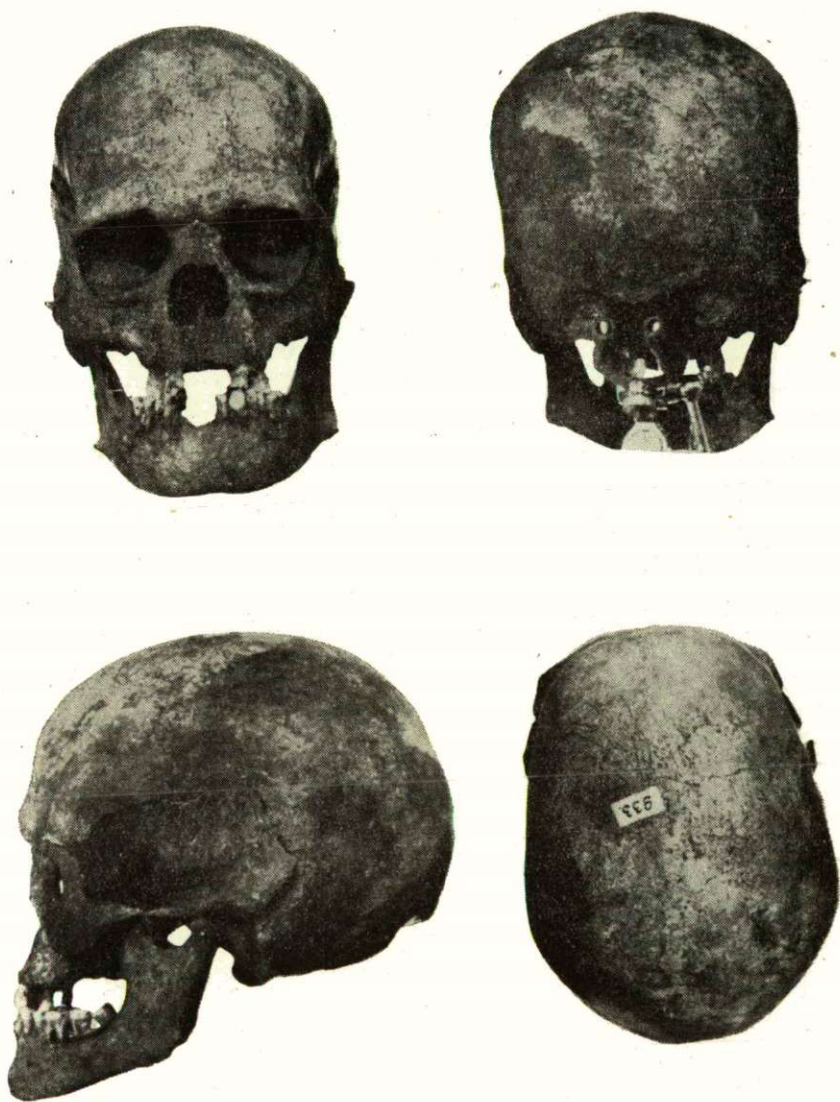
Mit der Stelle der Adorján-Gräberfelder unter den ungarländischen Gräbern aus der Awarenzeit, mit der ethnogenetischen Bedeutung des Verhältnisses der europiden und mongoliden Elemente, habe sich die Absicht, mich wegen der Beschränktheit des mir zur Verfügung stehenden Raumes, in einem besonderen Artikel zu befassen. Hier bemerke ich bloss soviel, dass die

*Rassenzusammensetzung der Population der Gräberfelder die Voraussetzung von dem Überleben einer minderzähligen gepidischen Bevölkerung und von ihrer starken Vermischung mit sarmatischen, hunnischen, awarischen ethnischen Elementen, nicht ausschliesst, sondern in gewissem Grade unterstützt. Doch von der Rolle der einzelnen ethnischen Elementen können wir erst nach der vergleichenden Bearbeitung des anthropologischen Materials der einschlägigen authentischen Friedhöfe eine begründetere Antwort geben.**

Schrifttum

- (1) Bartucz, L.: Adatok a honfoglaló magyarok anthropológiájához. Arch. Ért. 45, 116—117 (1931).
- (2) Bartucz, L.: A magyar ember. Magyar Föld, Magyar Faj. Budapest. (1939).
- (3) Bartucz, L.: A magyarországi avarok termete. Alföldi Tud. Int. Évk. Szeged. 2, 312—323 (1946—1947).
- (4) Bartucz, L.: Indications sur l'importance ethnique et démographique des Avars de Hongrie. Acta Univ. Szegediensis, Acta Anthropol. 1, 1—18 (1950).
- (5) Csallány, D.: Archäologische Denkmäler der Awarenzeit in Mitteleuropa. Budapest (1956).
- (6) Дебец, Д.: Палеоантропология С. С. С. Р. Москва. (1948).
- (7) Lipták, P.: Les Avars des environs de Kecel. Biol. Közl. Pars Anthr. 2, 159—172 (1954).
- (8) Lipták, P.: Zur Frage der anthropologischen Beziehungen zwischen dem mittlerem Donaubecken und Mittelasien. Acta Orient. Hung. 5, 271—312 (1955).
- (9) Nemeskéri, J.: Contributions nouvelles à la connaissance anthropologique de la population hongroise du Xe siècle. Arch. Ért. 7—9, 382—393 (1948).
- (10) Nemeskéri, J.—Gáspárdy, G.: Remarques concernant les rapports anthropologiques de la préhistoire hongroise (Analyses anthropologiques des squelettes provenant des cimetières du IX—X. siècles — époque de la Conquête de la Hongrie — de Üllő et de Eger. (Ann. Hist.- Nat. Mus. Nat. Hung. Budapest. 5, 485—526 (1954).
- (11) Nemeskéri, J.—Acsády, Gy.: Les matériaux du cimetière de Képuszta (XI siècle) vus à la lumière de la démographie historique. Arch. Ért. Budapest. 79, 134—147 (1952).
- (12) Рогинский, И. И.—Левин, М. Г.: Основы антропологии. Москва 357—369. (1955).
- (13) Schwidetzky, I.: Turaniden-Studien. Abh. d. Math.-Naturwiss. Klasse Ig. N. g. Akad. d. Wissenschaften u. d. Literatur in Mainz. (1950).
- (14) Wenger, S.: Contributions à l'anthropologie des avars en Hongrie (Le cimetière d'Alattyán—Tulát). Ann. Hist.- Nat. Mus. Nat. Hung. 2, 208—209 (1952).

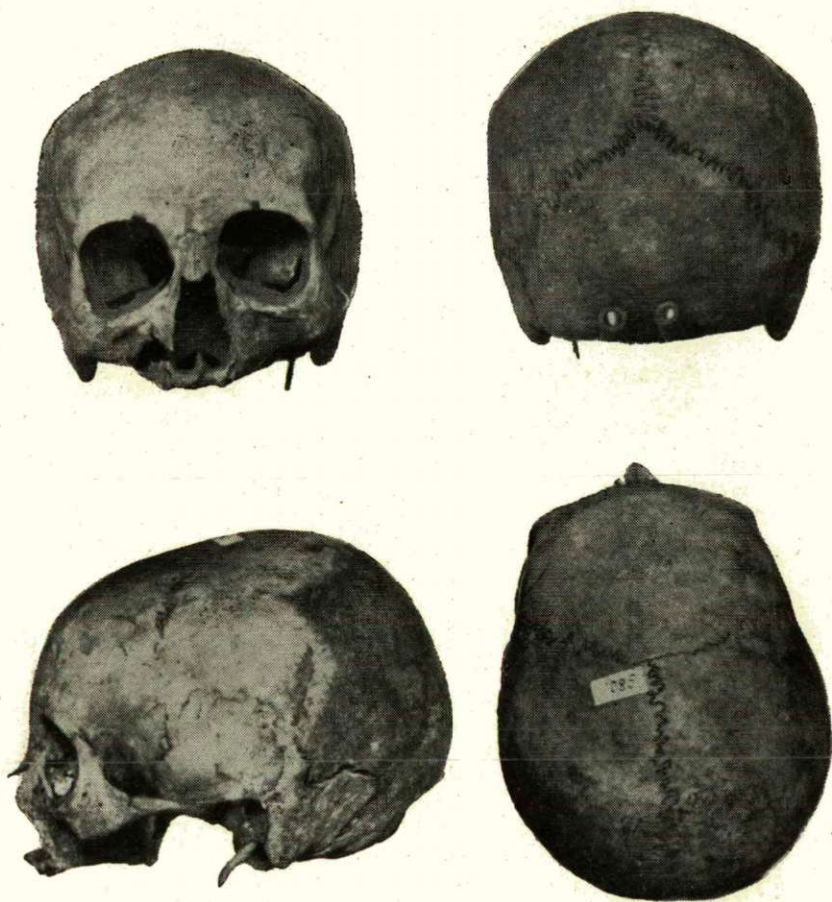
* Die Messungen, Zeichnungen, statischen Variationsbrechnungen wurden von dem Assistenten Gyula Farkas verrichtet, die typologischen Bestimmungen und der Text wurden von Lajos Bartucz geschrieben.



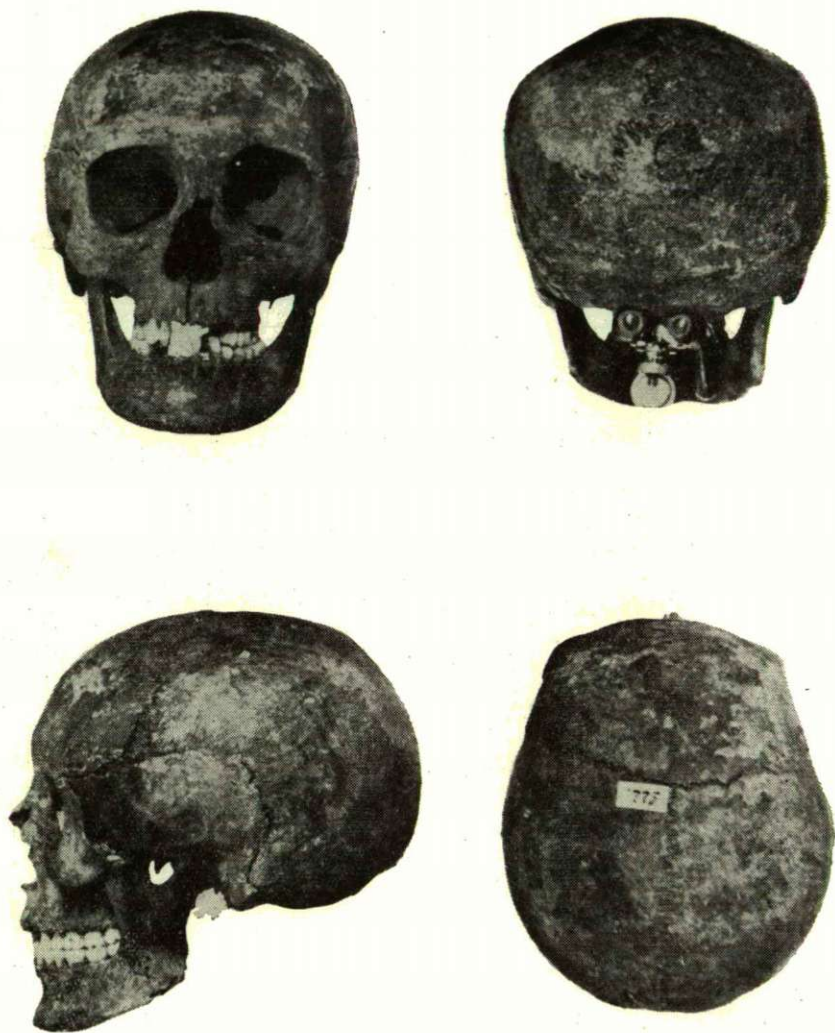
Tafel I. Adorján, Landstrasse, Nr. 933: Männlicher Schädel, nordo-mongoliden Typs.



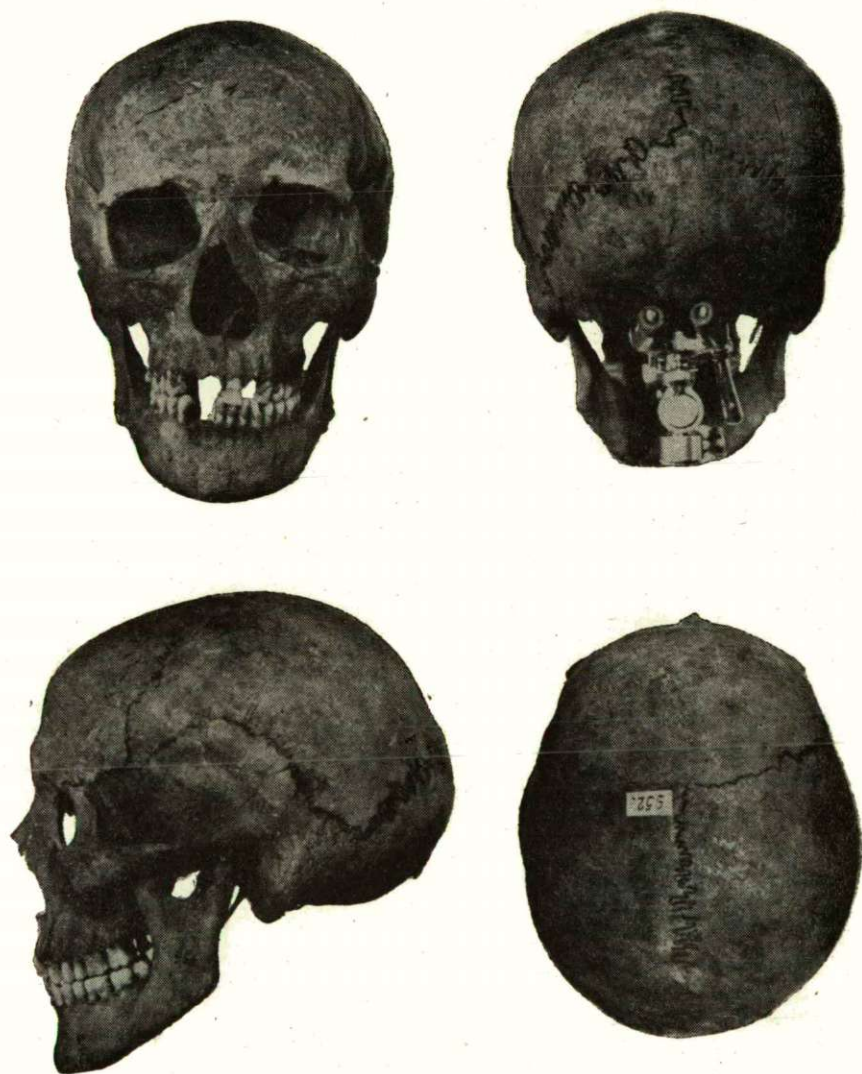
Tafel II. Adorján, Gehöft, Nr. 965: Weiblicher Schädel, osteuropiden Typs.



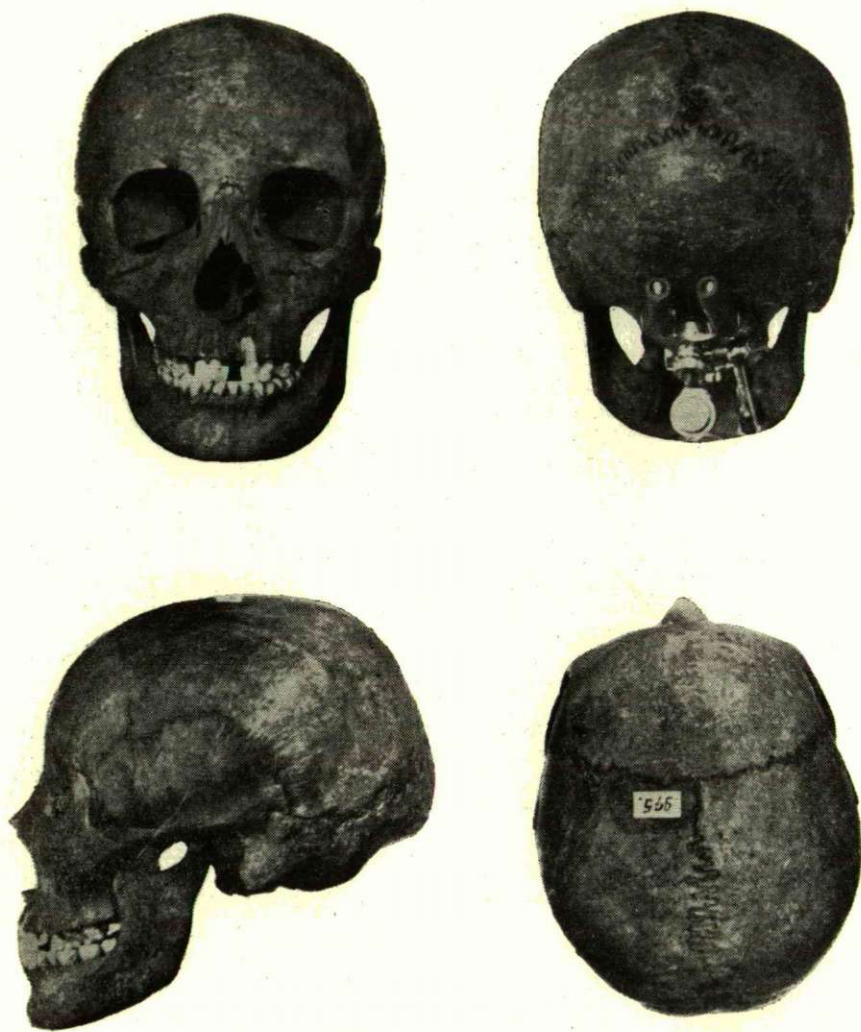
Tafel III. Adorján, Gehöft, Nr. 980: Weiblicher Schädel, europa-sibiriden Typs.



Tafel IV. Adorján, Landstrasse, Nr. 922: Weiblicher Schädel turaniden Typs.



Tafel V. Adorján, Gehöft, Nr. 952: Männlicher Schädel, pamiro-turaniden Typs.



Tafel VI. Adorján, Gehöft, Nr. 975: Weiblicher Schädel, tungo-turaniden Typs.



Tafel. VII. Adorján, Gehöft, Nr. 981: Männlicher Schädel tungo-pamiriden Typs.

5. Beilage Charakterisierung der Männerschädel auf Grund der wichtigeren Indexe.

Invent und Grabnr.	Gehirnschädel					Gesichtsschädel						Statur
	8:1	17:1	17:8	20:1	9:8	47:45	48:45	52:51	54:55	61:60	63:62	
909. 1.	Brachykran	—	—	Chamae- kran	Metrio- stenom.	—	—	—	—	—	—	161,6
912. 4.	Brachy- mesokr.	—	—	Orthokran	Metrio- euryom.	Meso- euryprosep.	Meseuryen	Mesokonch	Hyper- chamaerh.	Brachy- uranisch	Brachy- staphyl.	164,3
913. 5.	Hyper- dolichokran.	—	—	Chamae- kran	Metrio- euryom.	—	—	Mesokonch	—	—	—	150,1
915. 7.	Mesokran	—	—	Chamae- kran	Steno- metriom.	—	—	—	—	Brachy- uranisch	Brachy- staphyl.	167,0
919. 11.	Meso- brachykr.	Hypsikran	Metriokran	Orthokran	Metrio- euryomet.	—	—	Hypsikonch	Meso- leptorrh.	—	—	163,4
924. 15.	Brachy- mesokr.	—	—	—	Stenometop	—	—	Chamae- mesokonch	—	—	—	163,1
925. 16.	Brachykran	Orthokran	Tapeino- kran	Orthokran	Stenometop	Eury- mesopr.	Mesen	Meso- chamaek.	Lepto- mesorrh.	Brachy- uranisch	Brachy- staphyl.	164,5
926. 18.	—	—	—	—	Euryometop	Leptoprosop	Lepten	Meso- hypsik.	Leptorrhin	Mesur.	Leptost.	166,3
929. 21.	Brachy- mesokr.	—	—	Ortho- chamaekran	Metrio- stenom.	—	—	—	—	Mes- dolichur.	Leptost.	169,4
933. 25.	Dolichokran	Hypsikran	Akrokran	Orthokran	Euryometop	Euryprosop	Euryen	Chamae- mesok.	Hyper- chamaerh.	Mes- dolichur.	Lepto- mesost.	167,9
934. 26.	Meso- brachykran.	Orthokran	Metrio- tapeino.	Orthokran	Metrio- metop	Hyper- eurypr.	Euryen	Mesok.	Chamae- rhin	Brachy- uranisch	Brachy- staphyl.	159,9
935. 27.	Meso- brachykran.	—	—	Orthokran	Metrio- metop	—	—	—	—	—	—	168,1
937. 29.	Brachy- mesokr.	Orthokran	Metrio- tapeinokr.	Chamae- orthokran	Metrio- metop	—	—	Hypsikonch	Leptorrhin.	Dolich- mesur.	Leptost.	153,5
938. 30.	Ultra- dolichokran.	—	—	Chamae- kran	Euryometop	—	—	Chamae- konch	Lepto- mesorrh.	—	—	170,2
939. 31.	Brachykran	Ortho- chamaekr.	Tapeino- kran	Chamae- orthokran	Stenometop	Lepto- mesopr.	Mesen	Mesokonch	Chamae- mesorrh.	Dolichur.	Leptost.	179,3
940. 32.	Mesokran	Hypsikran	Akro- metriokr.	Orthokran	Eury- metriom.	Hyper- eurypr.	Euryen	Mesohypsik.	Lepto- mesorrh.	Brachy- uranisch	Brachy- staphyl.	—
945/a 38	Brachykran	—	—	Orthokran	Metrio- stenom.	—	—	Hypsikonch	Chamae- mesorrh.	Brachy- mesur.	Mesoleptost.	—
946. 39.	Meso- brachykr.	—	—	Chamae- kran	Stenometop	—	—	—	—	—	—	165,5
947.	Mesokran	—	—	Chamae- kran	Stenometop	—	—	Mesokonch.	Chamae- rhin	Brachy- uranisch	Mesost.	161,4
948.	Mesokran	—	—	Orthokran	Euryometop	—	—	Chamae- konch	Meso- chamaerh.	—	—	—

952. 1.	Brachy- mesokr.	Chamaekran	Tapeinokran	Ortho- chamaek.	Eury- metriom.	Hyper- leptopr.	Lepten	Mesokonch	Mesorrhin	Brachyur.	Brachyst.	166,1
953. 2.	Dolichokran	Orthokran	Metriokran	Chamaekran	Eurymetop	—	—	—	—	—	Brachyst.	159,5
958. 7.	Brachy- mesokr.	Chamaekran	Tapeinokran	Chamaekran	Stenometop	—	—	—	Meso- leptorr.	Brachyur.	Brachyst.	163,7
959. 8.	Brachykran	Chamaekran	Tapeinokran	Chamaekran	Metrio- stenom.	Lepto- prosop	Mesen	Chamae- mesok.	Mesorrhin	—	—	167,4
974. 24.	Dolichokran	Chamae- orthokr.	Metriokran	Orthokran	Metrio- metop	Lepto- mesopr.	Mesen	Mesokonch	Chamae- mesorr.	Brachyur.	Leptost.	169,0
977. 26.	Brachy- mesokr.	Ortho- chamaekr.	Tapeinokran	Orthokran	Eury- metriom.	Meso- prosop	Lepten- mesen	Hypsikonch	Lepto- mesorr.	Brachyur.	Brachyst.	160,2
978. 27.	Hyper- brachykr.	Ortho- chamaekr.	Tapeinokran	Orthokran	Stenometop.	Meso- prosop.	Mesen	Hypsikonch	Mesorrhin	Brachyur.	Brachyst.	163,2
979. 28.	Dolichokran	Orthokran	Akrokran	Ortho- chamaek.	Eury- metop	—	—	Hypsikonch	Meso- chamaerr.	Brachyur.	Leptost.	172,6
981. 30.	Hyper- brachykr.	Orthokran	Tapeinokran	Hypsikran	Stenometop	Euryprosop	Mesen- euryen	Hypsikonch	Chamae- mesorr.	Brachyur.	Brachyst.	158,8
986. 34.	Meso- brachykr.	Orthokran	Tapeinokran	Ortho- chamaek.	Metrio- euryom.	Euryprosop	Mesen	Hypsikonch	Mesorrhin	Brachyur.	Brachyst.	165,9
993. 38.	Mesokran	Chamae- orthokr.	Tapeinokran	Chamae- orthokran	Eurymetop.	—	—	Hypsi- mesok.	Chamae- mesorr.	Brachyur.	Brachyst.	—
994. 39.	Brachykran	Ortho- hypsik.	Tapeinokran	Hypsikran	Stenometop	Meso- eurypr.	—	Chamae- mesok.	Chamae- mesorr.	—	Brachyst.	—
997. 42.	Brachykran	Chamaekran	Tapeinokran	Hypsikran	Steno- metriom.	Meso- eurypr.	Mesen	Mesokonch	Leptorrhin	Dolichur.	Leptost.	166,5
998. 43.	Mesokran	—	—	Chamaekran	—	—	—	—	—	—	—	166,0
1001. 46.	Brachykran	Orthokran	Tapeinokran	Chamae- orthokran	Stenom.	—	—	—	—	—	—	166,4
1003. 48.	—	Chamaekran	—	Chamae- orthokran	—	—	—	Hypsi- mesok.	Chamae- rhin	—	Brachyst.	153,9
1004. 49.	Mesokr.	—	—	Chamaekran	Eury- metriom.	—	—	—	—	—	—	164,2
1006. 51.	Dolichokran	—	—	Chamae- orthokran	Steno- metriom.	—	—	—	—	—	—	159,9
1007. 52.	Mesokran	Orthokran	Tapeinokran	Chamaekran	Eury- metriom.	Meso- prosop.	Mesen	Hypsikonch	Mesorrhin	Brachyur.	Brachyst.	157,2

962. 14.	Meso- dolichokr.	Orthokran	Metriokran	Orthokran	Metrio- stenom.	Mesop.	Mesen	Hypsikonch	Chamae- mesorr.	Brachyur.	Brachyst.	152,3
964. 16.	Mesokran	Chamaekran	Tapeino- kran	Chamaekran	—	—	—	Hypsikonch	—	—	Brachyst.	156,9
965. 17.	Brachy- hyperbr.	Hypsikran	Metriokran	Hypsi- orthokr.	Eurym.	Euryp.	Euryen- mesen	Hypsi- mesokr.	Mesorr.	Brachyur.	Brachyst.	149,1
967. 18.	Brachy- hyperbr.	Hypsikran	Tapeino- kran	Ortho- hypsikr.	Stenomelop	Mesop.	Mesen	Hypsikonch	Leptorr.	Brachyur.	Brachyst.	165,0
969. 20.	Brachykran	Ortho- hypsikr.	Tapeino- metriokr.	Hypsikran	Eury- metriom.	Mesop.	Lepten	Mesohypsik.	Chamaerr.	Mesur.	Brachyst.	156,8
970. 21.	Brachykran	Orthokran	Tapeino- kran	Orthokran	Metrio- metop.	Lepto- hyperl.	Lepten	Hypsikonch	Mesorr.	Brachyur.	Meso- leptost.	153,9
973. 23.	Brachykran	Orthokran	Tapeino- kran	Orthokran	Steno- metriom.	Euryp.	Mesen	Mesokonch	Chamaerr.	Brachyur.	Brachyst.	159,7
975. 24.	Brachykran	Orthokran	Tapeino- kran	Orthokran	Metrio- curym.	Lepto- mesop.	Lepten	Hypsikonch	Mesorr.	Brachyur.	Brachyst.	158,4
976. 25.	Meso- brachykr.	—	—	Orthokran	Stenomelop	—	Mesen- curyen	Mesokonch	Hyperch- chamaerr.	—	—	146,8
980. 29.	Mesokran	Chamae- orthokran	Tapeino- kran	Chamaekran	Stenomelop	—	Euryen- mesen	Hypsikonch	Leptorr.	—	Lepto- mesost.	156,3
983. 31.	Meso- brachykr.	Orthokran	Tapeino- kran	Orthokran	Stenomelop	Hyper- leptop.	Lepten	Mesokonch	Mesorr.	Brachyur.	Brachyst.	158,9
988. 36.	Brachykran	Chamae- orthokran	Tapeino- kran	Orthokran	Eury- metriom.	Hyperur- euryp.	Euryen	Mesokonch	Hyper- chamaerr.	—	Lepto- mesost.	157,9
991. 37.	Brachy- mesokran	Chamae- orthokran	Tapeino- kran	Orthokran	Metriom.	Lepto- mesop.	Lepten- mesen	Hypsikonch	Leptorr.	Brachyur.	Lepto- mesost.	151,5
995. 40.	Brachy- mesokran	Chamaekran	Tapeino- kran	Chamaekran	Stenomelop	Mesop.	Mesen	Hypsi- mesokonch	Chamaerr.	Brachyur.	Brachyst.	160,4
996. 41.	Brachykran	—	—	Orthokran	Stenomelop	—	—	—	—	—	—	149,2
1000. 45.	Brachykran	—	—	Chamae- orthokr.	Stenomelop	Eurymesop.	Mesen	Mesokonch	Chamaerr.	Brachyur.	Lepto- mesost.	146,7
1002. 47.	Hyper- brachykr.	—	—	Ortho- chamaekr.	Stenomelop	Euryprosop	Mesen	Hypsikonch	Mesorr.	—	Leptost.	155,3
1005. 50.	Dolicho- mesokran	—	—	Chamae- orthokr.	Steno- metriom.	—	—	Hypsikonch	Chamaerr.	Brachyur.	Meso- brachyst.	147,7

2. Beilage: Masse und Indizes der Gehirnschädel: B) Frauen.

Nr. nach Martin	Inventar, - Grabnummer und Lebensalter der einzelnen Schädel																																
	1. Gräberfeld: Landstrasse.														2. Gräberfeld: Gehöft Nr. 5.																		
	911 3 Adult.	914 6 50-55	916 8 18-20	918 10 35-40	921 13 55-60	922 14/a 25-30	927 19 45-50	930 22 60-65	941 33 40-45	942 34 50-55	944 36 50-55	949 25-30	955 4 70-80	960 12 25-30	961 13 17-18	962 14 25-30	964 16 40-45	965 17 20-22	967 18 35-40	969 20 30-35	970 21 35-40	973 23 50-55	975 24 30-35	976 25 60-65	980 29 70-	983 31 30-35	988 36 50-55	991 37 18-20	995 40 35-40	996 41 70-	1000 45 16-17	1002 47 50-55	1065 50 22-25
1.	176	179	178	175	179	172	175	168	181	173	170	179	172	173	172	174	184	170	174	165	172	171	170	176	170	170	176	172	186	173	169	174	176
2.	164	174	169	171	175	168	166	161	164	—	163	162	168	167	—	157	173	165	172	163	156	166	167	170	162	163	172	162	179	—	165	174	169
3.	165	171	168	166	168	169	170	163	174	—	166	—	165	165	—	171	174	163	168	159	166	166	165	170	162	164	173	164	180	—	167	164	172
5.	94	—	95	—	—	100	99	—	100	94	93	—	95	88	—	91	100	103	95	93	96	96	92	—	98	88	101	96	102	—	—	—	—
7.	35	—	38	—	—	35	37	—	34	37	34	—	35	37	—	33	39	34	33	30	32	35	33	—	32	34	37	35	38	—	—	—	—
8.	137	133	140	146	145	140	138	149	144	140	144	—	137	144	133	129	142	146	149	134	141	143	138	142	131	137	145	148	144	140	153	133	
9.	99	92	93	92	107	97	96	93	100	93	94	98	85	92	—	85	—	104	90	92	95	95	96	92	83	88	100	93	93	89	86	96	88
10.	121	112	111	114	123	117	115	117	122	114	117	123	108	112	111	106	—	124	121	115	119	124	115	118	103	110	116	115	121	115	107	120	114
11.	119	113	120	125	—	119	119	130	121	110	123	—	118	124	113	112	120	122	120	111	113	117	114	122	108	113	118	118	126	112	117	124	106
12.	113	103	115	109	112	107	106	—	113	103	108	—	105	119	107	106	113	115	113	105	109	109	109	113	105	106	109	107	115	116	106	111	—
13.	101	100	112	106	—	102	97	112	102	93	104	—	97	111	99	95	99	102	109	101	103	102	103	107	91	100	104	104	106	94	105	113	84
16.	28	—	31	—	—	—	34	—	31	29	28	—	31	31	29	28	34	31	28	29	29	29	31	—	28	28	—	31	30	—	—	—	—
17.	122	—	121	—	—	123	118	—	126	124	129	—	119	122	—	124	125	136	134	124	124	124	121	—	119	123	124	122	126	—	—	—	—
20.	107	101	98	102	117	100	98	106	103	107	107	101	93	103	95	102	104	106	110	106	105	103	101	109	96	101	107	108	105	104	98	100	102
22.	105	106	98	88	100	96	97	103	105	—	104	98	95	95	—	110	104	101	104	100	95	96	95	100	95	103	103	92	99	—	94	88	92
23.	354	372	350	—	351	343	340	—	363	—	358	360	342	351	—	370	362	350	363	351	351	343	349	355	343	359	358	350	368	363	354	342	—
24.	303	302	292	292	—	297	292	313	312	312	313	—	292	300	280	289	309	318	328	305	307	305	296	—	282	300	314	305	320	308	293	312	—
25.	512	508	512	508	528	502	508	500	520	500	501	—	496	511	—	492	524	505	518	483	500	507	508	515	488	492	522	500	533	500	493	528	502
26.	125	128	117	117	130	123	125	120	128	—	130	120	119	128	—	119	125	121	128	130	121	127	118	127	113	125	119	120	136	—	118	125	120
27.	111	122	106	115	131	121	120	110	110	122	120	140	113	115	114	133	123	112	118	115	120	115	121	123	113	127	129	122	118	130	120	90	125
28.	122	127	123	—	—	100	93	—	128	104	107	—	111	109	116	116	115	117	117	108	111	105	110	105	110	102	110	103	105	112	111	122	—
28.1.	80	71	73	51	45	52	52	62	87	66	58	60	55	50	65	77	67	70	55	52	68	56	53	54	62	51	60	63	57	53	49	64	44
29.	104	106	106	104	108	106	110	109	111	—	118	103	106	111	—	106	109	105	115	106	108	111	105	108	101	110	106	106	118	—	103	112	105
30.	101	109	99	103	115	108	109	100	101	107	104	124	104	103	104	116	112	101	103	104	107	103	107	107	103	107	115	110	110	117	106	89	112
31.	94	104	96	—	—	86	79	—	107	88	89	—	90	91	93	95	92	102	99	86	91	87	90	86	91	85	94	87	89	90	92	101	—
31.1.	72	67	65	48	46	48	47	55	77	63	51	51	52	47	60	69	61	68	51	50	61	46	50	51	55	52	57	57	55	51	50	62	43
32.1.	78°	—	57°	54°	60°	58°	57°	61°	59°	—	59°	58°	56°	57°	—	65°	61°	63°	57°	61°	57°	56°	57°	57°	57°	60°	61°	57°	56°	—	56°	51°	56°
32.5.	120°	—	136°	136°	120°	129°	131°	131°	136°	—	135°	126°	132°	130°	—	133°	125°	131°	134°	121°	132°	131°	132°	126°	135°	132°	138°	127°	128°	—	132°	133°	125°
33.	115°	—	106°	—	—	115°	118°	—	—	117°	124°	—	118°	118°	—	126°	—	105°	116°	116°	125°	118°	120°	118°	117°	127°	111°	117°	116°	—	125°	110°	—
33.4.	113°	121°	118°	—	—	125°	127°	—	134°	129°	126°	—	123°	122°	120°	128°	124°	130°	121°	119°	125°	124°	119°	120°	125°	123°	127°	120°	123°	117°	120°	123°	—
34.	—11°	—	—6°	—	—	—	—11°	—	—	—5°	—15°																						

3. Beilage: Masse und Indizes der Gesichtsschädel: A. Männer.

Nr. nach Martin	Inventar, — Grabnummer und Lebensalter der einzelnen Schädel																																														
	1. Gräberfeld: Landstrasse.																								2. Gräberfeld: Gehöft Nr. 5.																						
	909 1 55—60	912 4 35—40	913 5 45—50	915 7 30—40	919 11 65—70	924 15 65—70	925 16 40—45	926 18 50—55	928 20 45—50	929 21 45—50	931/a 23 40—45	932 24 60—	933 25 60—65	934 26 45—50	935 27 65—70	937 29 17—18	938 30 65—70	939 31 55—60	940 32 55—60	943 35 40—45	945/a 38 50—55	946 39 50—55	947 — 55—60	948 — 30—35	950 — 50—55	952 1 35—40	953 2 50—55	958 7 50—55	959 8 60—65	966 — 50—55	974 24 30—35	977 26 65—70	978 27 40—45	979 28 18—22	981 30 55—60	986 34 55—60	993 38 45—50	994 39 50—55	997 42 60—65	998 43 20—22	1001 46 45—50	1003 48 55—60	1004 49 40—45	1006 51 50—55	1007 52 55—		
40.	—	—	—	—	92	—	86	—	—	—	—	96	92	—	83	—	106	92	—	—	—	—	—	—	—	95	—	93	91	—	—	95	86	94	102	95	93	92	—	—	95	—	—	101	—	—	
42.	—	—	—	—	—	—	104	—	—	—	—	111	110	—	88	—	119	109	—	—	—	—	—	—	—	113	—	109	—	—	104	—	—	115	—	108	—	111	—	—	—	—	—	—	—	—	
43.	—	110	—	100	106	104	102	108	—	—	—	107	103	106	96	96	103	103	—	107	99	101	110	—	105	104	104	—	—	97	103	103	104	103	109	106	104	106	—	103	104	110	100	—	—	—	
44.	—	101	—	—	100	—	95	98	—	—	—	99	95	—	91	88	96	97	—	102	—	95	100	—	98	—	97	95	—	—	93	98	95	97	98	101	100	97	100	—	—	97	—	—	—		
45.	—	131	—	—	—	—	135	143	—	—	—	135	138	—	—	—	137	142	—	—	—	—	—	—	—	131	—	—	123	—	129	134	134	—	142	139	—	134	138	—	135	—	—	—	—	—	
46.	—	92	—	—	93	—	94	100	—	—	—	90	96	—	87	96	100	96	—	103	—	95	95	—	96	91	98	92	—	96	95	96	93	106	96	94	105	88	—	—	96	—	—	—	—		
47.	—	111	124	—	114	—	115	133	—	—	—	112	110	—	111	116	123	110	—	—	—	111	118	—	127	—	116	112	—	116	118	119	121	118	115	119	113	116	—	—	—	—	—	—	—	—	
48.	—	65	67	—	68	—	71	82	—	—	—	63	63	—	68	69	72	69	—	80	—	68	67	—	76	—	69	63	—	69	73	72	70	70	71	67	—	72	—	—	—	63	—	—	—	—	
49.	—	—	—	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	23	25	24	26	—	—	—	—	24	—	—	—	—	
50.	—	—	24	—	23	—	23	24	—	—	—	23	—	—	20	—	21	21	—	21	—	21	25	—	—	—	—	—	26	—	22	19	22	—	21	22	23	23	—	—	—	—	18	26	—	—	—
51.	—	40	39	—	39	38	41	41	—	—	—	39	37	—	37	40	40	40	—	—	—	41	40	—	40	—	—	—	39	—	38	39	38	40	37	40	39	38	42	—	—	—	38	—	—	—	—
52.	—	33	32	—	35	29	31	35	—	—	—	30	34	—	33	30	31	34	—	38	—	33	30	—	32	—	—	30	—	30	36	35	35	32	35	33	29	33	—	—	—	32	—	—	—	—	
54.	—	29	—	—	23	—	24	24	—	—	—	25	27	—	22	24	26	24	—	27	—	28	25	—	28	—	25	27	—	27	25	26	27	27	26	25	26	24	—	—	—	28	—	—	—	—	—
55.	—	48	52	—	50	—	51	57	—	—	—	43	49	—	48	51	52	51	—	53	—	53	49	—	57	—	54	55	—	53	53	53	52	53	54	50	51	53	—	—	52	—	—	—	—	—	—
55.1	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	20	—	—	32	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—	33	37	—	—	37	36	—	—	—	—	—	—	
56.	—	—	—	—	17	—	30	—	—	—	—	22	—	—	18	21	20	—	—	—	—	—	—	—	—	24	—	24	23	—	—	—	24	23	21	23	18	—	—	24	—	—	—	23	—	—	—
57.	—	—	—	—	11	—	7	10	—	—	—	6	—	—	7	8	9	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	6	—	8	—	8	6	10	4	8	—	—	—	10	—	—	—	—
57.1	—	—	—	—	20	—	17	19	—	—	—	18	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	21	—	—	—	17	36	16	16	15	16	13	—	—	—	16	—	—	—	—
60.	—	48	49	49	50	—	47	55	—	54	—	51	45	—	49	61	60	49	—	57	—	54	49	—	52	—	51	—	—	51	47	53	54	50	48	50	—	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61.	—	64	—	64	—	—	62	62	—	59	—	56	62	54	—	64	62	58	65	—	—	—	—	—	—	66	—	69	—	—	60	62	63	63	59	62	61	65	51	—	—	—	—	—	—	—	—
62.	—	42	46	45	43	—	37	49	—	51	—	46	43	—	43	—	53	47	44	—	—	—	—	—	—	44	48	50	—	—	47	41	44	51	45	45	43	43	45	—	—	—	46	—	—	45	—
63.	—	40	—	40	—	—	38	35	—	36	—	37	41	40	32	—	38	41	33	39	—	—	—	—	—	39	44	46	—	—	36	40	40	40	44	41	38	39	35	—	—	42	—	—	—	—	—
65.	—	115	—	111	—	125	130	131	—	115	—	120	126	123	106	—	124	125	—	—	—	128	—	117	118	115	120	—	—	108	122	116	120	125	117	—	—	133	124	127	120	130	—	—	—	—	—
66.	—	92	97	99	94	100	95	112	100	105	—	106	103	92	94	—	104	107	104	—	105</																										

4. Beilage: Masse und Indizes der Gesichtsschädel: B. Frauen.

Nr. nach Martin	Inventar, — Grabnummer und Lebensalter der einzelnen Schädel																																
	1. Gräberfeld: Landstrasse.															2. Gräberfeld: Gehöft Nr. 5.																	
	911 3 Adult.	914 6 50—55	916 8 18—20	918 10 35—40	921 13 55—60	922 14/a 25—30	927 19 45—50	930 22 60—65	941 33 40—45	942 34 50—55	944 36 50—55	949 25—30	955 4 70—80	960 12 25—30	961 13 17—18	962 14 25—30	964 16 40—45	965 17 20—22	967 18 35—40	969 20 30—35	970 21 35—40	973 23 50—55	975 24 30—35	976 25 60—65	980 29 70—	983 31 30—35	988 36 50—55	991 37 18—20	995 40 35—40	996 41 70—	1000 45 16—17	1002 47 50—55	1005 50 22—25
40.	92	—	95	—	—	91	94	—	—	89	84	—	88	85	—	85	94	101	81	95	92	88	90	—	83	85	102	95	96	—	—	—	—
42.	102	—	102	—	—	100	106	—	—	94	90	—	—	97	—	95	102	104	93	99	104	103	102	—	—	100	—	104	107	—	—	—	—
43.	106	99	99	97	111	101	103	103	107	98	97	102	93	99	—	91	—	106	99	96	—	102	105	100	91	95	111	99	104	95	94	101	95
44.	100	—	95	—	—	95	96	—	—	—	99	95	88	93	—	—	—	99	93	89	—	96	97	96	85	94	105	95	98	—	90	93	92
45.	—	—	120	—	—	126	126	—	—	118	130	—	120	127	—	118	—	133	128	116	123	127	129	121	113	118	131	122	129	—	120	130	—
46.	89	—	86	—	—	79	87	—	—	81	92	92	89	96	—	—	—	99	89	86	90	91	102	91	86	84	97	93	98	—	92	88	87
47.	105	—	105	—	—	113	110	108	—	112	102	114	—	109	—	104	101	108	111	103	119	106	115	—	—	117	105	109	113	—	103	108	108
48.	64	—	62	—	—	70	64	—	—	70	63	69	57	67	—	63	62	67	69	65	72	66	73	60	57	69	62	67	67	—	63	70	66
49.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	22	—	25	23	—	—	21	—	—	23	—	—	—	—
50.	—	—	21	—	—	30	21	—	—	—	25	27	18	20	—	19	—	21	19	19	21	23	20	19	16	19	21	19	21	—	20	19	—
51.	40	—	38	—	—	40	40	35	—	37	39	36	39	38	—	35	40	38	36	35	40	38	37	39	35	40	46	39	38	—	36	37	39
52.	32	—	30	—	—	26	33	29	—	33	35	30	30	33	—	32	36	32	35	30	37	31	34	32	33	32	37	34	32	—	30	33	34
54.	—	—	24	—	—	23	27	—	—	22	29	26	27	22	—	23	—	25	21	24	25	25	27	27	21	24	28	22	26	—	26	26	24
55.	47	—	46	—	—	51	49	—	—	—	50	52	43	48	—	46	45	52	49	46	52	47	55	47	51	49	47	50	50	—	48	53	46
55.1	—	—	—	—	—	25	30	—	—	—	36	31	28	28	—	28	—	29	32	26	34	32	31	29	32	29	31	32	33	—	29	—	—
56.	—	—	—	—	—	24	24	—	—	—	22	29	17	25	—	20	—	25	26	23	25	22	28	21	21	25	19	24	24	—	23	20	—
57.	—	—	5	—	—	7	8	—	—	—	10	11	8	9	—	8	—	10	7	10	13	8	7	7	7	7	9	6	—	7	9	—	—
57.1	—	—	—	—	—	14	17	—	—	—	19	17	17	16	—	14	—	16	13	17	17	14	16	17	12	14	18	15	17	—	17	—	—
60.	46	—	51	—	—	47	47	51	—	46	47	47	49	44	—	45	50	54	44	50	48	46	49	44	42	48	52	48	49	—	47	47	46
61.	58	—	60	—	—	54	—	—	—	55	63	56	—	63	—	58	—	66	58	57	56	60	61	—	—	59	—	59	63	—	57	—	53
62.	42	—	42	—	—	40	44	—	—	41	45	44	42	37	—	40	47	47	39	41	44	41	44	39	40	46	47	46	45	—	41	45	40
63.	38	—	37	—	—	31	33	—	—	34	38	36	40	37	—	37	44	42	36	36	35	38	38	46	32	40	38	37	40	—	33	33	34
65.	107	—	105	118	—	109	112	—	122	106	126	—	106	116	—	117	124	116	113	107	—	106	117	120	105	108	123	113	126	110	111	124	95
66.	88	94	82	85	96	89	101	—	95	84	99	—	87	85	—	94	96	91	91	86	—	92	98	97	89	89	97	89	98	93	84	96	85
69.	25	—	30	24	29	31	24	31	25	34	20	30	12	27	24	25	20	29	27	30	32	27	30	19	11	32	29	26	29	12	27	21	—
70.	54	—	59	55	57	64	64	63	60	56	55	—	52	67	59	60	58	69	53	57	61	60	64	52	62	63	61	64	60	55	59	68	57
71.	24	25	30	24	27	28	27	32	28	27	28	—	25	27	24	24	26	33	29	28	25	30	28	25	25	26	31	32	29	26	32	29	29
72.	81°	—	81°	—	—	83°	87°	—	—	90°	85°	91°	89°	84°	—	85°	85°	80°	93°	83°	83°	90°	84°	92°	94°	85°	83°	84°	90°	—	81°	87°	91°
73.	84°	—	—	—	—	87°	85°	—	—	—	84°	84°	86°	88°	—	85°	86°	82°	93°	84°	86°	91°	84°	91°	91°	86°	83°	85°	92°	—	81°	85°	92°
74.	72°	—	—	—	—	76°	81°	—	—	—	89°	93°	90°	81°	—	85°	84°	73°	91°	80°	71°	84°	82°	87°	—	78°	72°	79°	82°	—	79°	93°	85°
75.	—	—	—	—	—	68°	68°	—	—	—	48°	60°	65°	62°	—	—	—	62°	53°	65°	56°	55°	61°	70°	60°	59°	57°	59°	58°	—	55°	—	—
75.1	—	—	—	—	—	15°	19°	—	—	—	37°	31°	24°	22°	—	—	—	18°	40°	18°	27°	35°	23°	22°	34°	26°	26°	25°	32°	—	26°	—	—
79.	51°	66°	57°	43°	44°	58°	54°	54°	51°	50°	59°	—	4																				

TOMI PRIORES:

Acta Botanica	Tom. I. Fasc. 1—6,	1942
" "	Tom. II. Fasc. 1—6,	1943
" "	Tom. III. Fasc. 1—6,	1944—48
" "	Tom. IV. Fasc. 1—6,	1949
Acta Zoologica	Tom. I. Fasc. 1—4,	1942
" "	Tom. II. Fasc. 1—4,	1943
" "	Tom. III. Fasc. 1—4,	1951
Annales Biologicae Universitatis Szegediensis	Tom. I.	1950
Annales Biologicae Universitatum Hungariae Pars Szegediensis	Tom. I.	1951
Annales Biologicae Universitatum Hungariae Pars Szegediensis	Tom. II.	1954
Acta Biologica, Nova series	Tom. I. Fasc. 1—4,	1955
Acta Biologica, " "	Tom. II. Fasc. 1—4,	1956
Acta Biologica, " "	Tom. III. Fasc. 1—2,	1957
Acta Biologica, " "	Tom. III. Fasc. 3—4,	1957

INDEX

Abrahám, A., Stammer, A.: Die mikroskopische Innervation des Vogelherzens	247
Abrahám, A., Erdélyi, L.: Über die Struktur und die Innervation des Reizleitungssystems im Herzen der Säugetiere	275
Bartucz, L., Farkas, Gy.: Zwei Adorjánér Gräberfelder der Awarenzeit aus anthropologischem Gesichtspunkte Betrachtet	315
Bodrogközy, Gy.: Die Vegetation der Weisspappel-Haine in dem Reservat »Emlékerdő« bei Szeged—Ásotthalom	127
Ferenczy, L.: Further investigations on antibiotics of seeds. I. Antibacterial agents in <i>Umbelliferae</i> seeds	141
Gracza, L.: Vergleichende Untersuchungen über die Auxin-Empfindlichkeit der Koleoptyle verschiedener Getreide-Sorten	145
Greguss, P.: The leaf-epidermis of the <i>Cycadales</i>	151
Greguss, P., Matuszka, J.: Die Untersuchung der Anlässe der Bohrungen bei Tiszaölz zutagegeforderten Holzreste	165
Kolosváry, G.: Mitteilung über die Aufarbeitung eines neueren Anteiles des ungarischen Madreporären-Materials der geologischen Anstalt	309
Köves, E.: Papierchromatographische Untersuchungen der ather-löschlichen Keimungs- und Wachstumshemmenden Stoffe der Haferspelze	179
Szabados, M.: Das Leben der Tisza. II. Beiträge zur Kenntnis der Algen der oberen Tisza	189
Uherkovich, G.: Das Leben der Tisza. III. <i>Thorea Ramosissima</i> Bory (Rhodophyta) aus der Tisza (Vorläufige Mitteilung)	207
Varga, M.: Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. II. Identification of the substances of growth-inhibiting zones on the chromatograms	213
Varga, M.: Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. III. Change in concentration of growth-inhibiting substances as a function of the ripening	225
Varga, M.: Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. IV. Paper chromatographic analysis of lemon juice containing germinated seeds	233
Vámos, R.: Nutrition conditions of rice at the time of the appearance of the blast (»bruzone«)	239